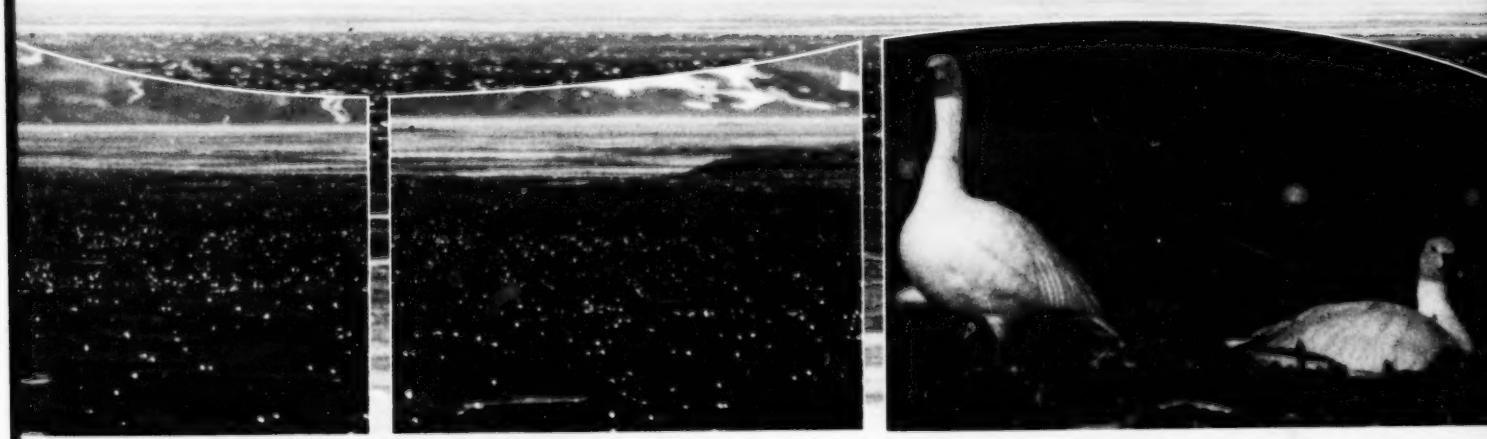
Environnement Canada Environment Canada

La productivité des Petites Oies des neiges sur l'île Banks (Territoires du Nord-Ouest), Canada, de 1995 à 1998

Gustaf Samelius
Ray T. Alisauskas
James E. Hines

Publication hors série
Numéro 115
Service canadien de la faune



Canada

Service canadien de la faune
Publication hors série

Les Publications hors série font état des résultats de recherches originales effectuées par les membres du personnel du Service canadien de la faune ou appuyées par le Service. Ces publications ont fait l'objet d'un examen par des pairs.

Directeur scientifique en chef du Conseil d'édition

A.J. Gaston
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

Conseil d'édition

R.G. Clark
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

A.W. Diamond
Atlantic Co-operative Wildlife Ecology Research Network
University of New Brunswick

R. Letcher
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

H. Meltofte
National Environmental Research Institute
Danish Ministry of the Environment

P. Mineau
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

E. Nol
Department of Biology
Trent University

G.J. Robertson
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

J.-P. Savard
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

R. Ydenberg
Centre for Wildlife Ecology
Simon Fraser University

Le rôle d'Environnement Canada en matière d'espèces sauvages

Environnement Canada est responsable des questions de compétence fédérale touchant les espèces sauvages. Il est ainsi notamment chargé de la protection et de la gestion des oiseaux migrateurs, des habitats canadiens d'importance nationale et des espèces en péril ainsi que d'autres questions fauniques d'importance nationale et internationale. Le Ministère effectue en outre des travaux de recherche dans nombre de champs d'activité de la biologie des espèces sauvages, et il met en œuvre divers programmes incitatifs visant les espèces sauvages et l'intendance des habitats.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur Environnement Canada, pour nous aviser d'un changement d'adresse ou pour nous demander d'ajouter votre nom à notre liste d'envoi ou d'enlever votre nom, prière de communiquer avec la section suivante :

Informathèque
Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
Téléphone : 819-997-2800, ou 1-800-668-6767 (sans frais au Canada)
Télécopieur : 819-994-1412
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca
Site Web : www.ec.gc.ca

Les Publications hors série du Service canadien de la faune sont publiées par Environnement Canada. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les publications du Service canadien de la faune, prière de visiter le site Web www.cws-scf.ec.gc.ca/publications.

Ce document est imprimé sur le papier certifié par Éco-Logo[M].

FSC
Sources Mixtes
Groupe de produits issu de forêts bien gérées, de sources contrôlées et de bois ou fibres recyclés.
Cert no. SGS-COC-1854
www.fsc.org
© 1996 Forest Stewardship Council

Gustaf Samelius[1,2,4]
Ray T. Alisauskas[1,2]
James E. Hines[3]

La productivité des Petites Oies des neiges sur l'île Banks (Territoires du Nord-Ouest), Canada, de 1995 à 1998

Publication hors série n° 115
Service canadien de la faune
Juin 2008

Also available in English under the title *Productivity of Lesser Snow Geese on Banks Island, Northwest Territories, Canada, in 1995–1998*
Canadian Wildlife Service, Occasional Paper No. 115

[1] Département de biologie, Université de la Saskatchewan, 112 Science Place, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 5E2.
[2] Faune et science du paysage, Direction générale des sciences et de la technologie, Environnement Canada, 115, Perimeter Road, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X4.
[3] Service canadien de la faune, Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement Canada, Bureau 301, 5204-50e Avenue, Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest) X1A 1E2.
[4] Adresse actuelle : Grimsö Wildlife Research Station, Swedish University of Agricultural Sciences, S-730 91 Riddarhyttan, Suède.

Photos de la page couverture
À gauche et au centre : aires de nidification de la Petite Oie des neiges à la colonie de la rivière Egg sur l'île Banks, juin 1997 © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement (Gustaf Samelius, Environnement Canada)
Arrière-plan : colonie de la rivière Egg sur l'île Banks, juin 1997 © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement (Gustaf Samelius, Environnement Canada)
À droite : couple de Petites Oies des neiges sur l'île Banks, 1996 © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement (Gustaf Samelius, Environnement Canada)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement, 2008. Tous droits réservés.

N° de catalogue CW69-1/115F
ISBN 978-0-662-08814-1
ISSN 0701-7944

En ligne en format HTML et PDF à l'adresse http://www.cws-scf.ec.gc.ca/publications

N° de catalogue CW69-1/115F-PDF
ISBN 978-0-662-04051-4

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Samelius, Gustaf

La productivité des petites oies des neiges sur l'île Banks (Territoires du Nord-Ouest), Canada, de 1995 à 1998 / Gustaf Samelius, Ray T. Alisauskas [et] James E. Hines.

(Publication hors-série ; 0701-7944 ; no 115)
Publ. aussi en anglais sous le titre: Productivity of Lesser Snow Geese on Banks Island, Northwest Territories, Canada, in 1995-1998.
Comprend des réf. bibliogr.
ISBN 978-0-662-08814-1
No de cat.: CW69-1/115F

1. Oie des neiges--Productivité--Territoires du Nord-Ouest--Banks, Île de. 2. Oie des neiges--Nids--Comptage--Territoires du Nord-Ouest--Banks, Île de. 3. Oiseaux--Populations--Estimation--Territoires du Nord-Ouest--Banks, Île de. I. Alisauskas, Ray T., 1956- II. Hines, James Edward III. Service canadien de la faune IV. Coll.: Publication hors-série (Service canadien de la faune) ; no 115.

QL696.A52S3514 2008 598.4'175097193 C2008-980103-2

Résumé

Nous avons estimé qu'entre 264 000 et 452 000 Petites Oies des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*) ont niché à la rivière Egg sur l'île Banks (Territoires du Nord-Ouest) de 1995 à 1998. Cela représente environ le double du nombre d'oies qui, selon les observations, ont niché à cet endroit au cours des années 1980 et nous avons estimé que la population nicheuse a augmenté de 4,2 % par année de 1953 à 1998. Le nombre d'oies nicheuses a varié considérablement d'une année à l'autre et a été moindre les années où la nidification a été retardée par une fonte tardive des neiges (appelées ci-après « les années de fonte tardive »). Les années de fonte tardive se sont également caractérisées par la présence d'un grand nombre d'oies non nicheuses dans les aires d'élevage des oisons, ce qui suggère que le moment de l'arrivée de la fonte des neiges a une plus grande incidence sur la proportion d'oies qui tentent de nicher à la rivière Egg que sur le nombre d'oies qui migrent vers l'île Banks chaque année.

La taille des couvées et le succès de la nidification à la rivière Egg ont varié respectivement entre 3,5 et 3,8 œufs et entre 45 et 86 % de 1995 à 1998. La taille des couvées et le succès de la nidification ont été plus faibles les années où la nidification a été retardée par une fonte tardive des neiges, ce qui suggère que la perte de réserves corporelles en attendant la fonte des neiges est un facteur déterminant du succès de la reproduction des oies de la rivière Egg. La taille des couvées et le succès de la nidification à la rivière Egg étaient comparables à ceux d'autres colonies de Petites Oies des neiges sous la même latitude. Les Petites Oies des neiges de la rivière Egg ont pondu plus d'œufs à l'extérieur du nid lors des années de fonte tardive.

Nous avons estimé qu'environ 1 à 4 % de la population nicheuse est morte à la rivière Egg entre 1996 et 1998 (la mortalité des oies n'a pas été mesurée avec précision en 1995). Il semble que la mortalité des oies soit plus élevée les années de fonte tardive, ce qui suggère que la mortalité est liée à l'état nutritionnel des oies. Les causes de mortalité étaient probablement multiples, mais le choléra aviaire a été confirmé pour environ la moitié des carcasses d'oies examinées durant toutes les années de l'étude. Cette maladie a donc eu une incidence importante chaque année sur les Petites Oies des neiges ayant niché sur l'île Banks.

Selon nos estimations, entre 441 000 et 644 000 Petites Oies des neiges adultes se sont réparties dans l'ensemble du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks pendant la saison d'élevage des oisons entre 1996 et 1998 (le secteur n'a pas été entièrement inventorié en 1995, de sorte que nous n'avons pas été en mesure d'estimer le nombre total d'oies présentes cette année-là). Les plus fortes densités d'oies avec des oisons ont été observées dans les vallées fluviales les plus proches de la rivière Egg. Par contre, les oies non reproductrices ou reproductrices en échec s'éloignaient davantage, si bien qu'elles se trouvaient en plus forte densité dans le delta de la rivière Bernard, à environ 125 km au nord de la rivière Egg. Les densités étaient généralement plus faibles dans les hautes terres, séparées par des vallées fluviales; cependant, ces territoires couvrent une vaste étendue (80 % de la région étudiée), de sorte que la plupart des oies ont été associées à des étangs, à des lacs, à des ruisseaux et à de petites rivières situés dans les hautes terres.

L'indice de survie des oisons au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion a varié entre 27 et 44 % de 1996 à 1998, soit un taux semblable, voire peut-être légèrement inférieur, à celui des Petites Oies des neiges d'autres colonies. Les oies ont eu une forte incidence négative sur la disponibilité des plantes graminoïdes (p. ex. graminées et carex) dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks. Cependant, nous n'avons relevé aucun signe de destruction permanente des habitats, même si les aires densément peuplées par les oies portaient des traces de broutage intensif, en particulier dans la colonie elle-même.

Remerciements

Nous remercions le Hunters and Trappers Committee de Sachs Harbour, L. Kutny du Centre de recherches d'Inuvik, K. McCormick du Service canadien de la faune à Yellowknife et G. Gentle du Service canadien de la faune à Saskatoon pour leur soutien logistique et administratif. Nous remercions également C. Gordon, C. Hendrickson, B. Kopach, W. Kurz, M. Lee, J. Lucas Jr., T. Lucas, B. Olofsson, W. Raddi, S. Seller et L. Walton pour leur excellente assistance et leur bonne compagnie sur le terrain! Nous remercions B. Currie, J. Johnston, M. Lemieux, S. Thorne et D. Totâram pour leur aide lors des relevés aériens et K. Abraham, du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, pour ses observations utiles sur l'échantillonnage de la végétation. Nous sommes également reconnaissants envers H. Boyd, R. Clark et F. Cooke pour les améliorations qu'ils ont apportées au manuscrit, ainsi qu'envers le personnel des Services créatifs de la Direction générale des communications pour son aide dans le processus de publication, et tout particulièrement Elizabeth Morton et Marla Sheffer, ainsi qu'André La Rose. Ce projet a été financé par l'Inuvialuit Game Council, le Service canadien de la faune et l'Étude du plateau continental polaire. Nous remercions tout spécialement la famille Lucas, ainsi que B. Carpenter, pour leur aide et leur hospitalité à Sachs Harbour.

Cette publication a été produite par les Services de production de la Direction générale des communications. Les personnes suivantes ont participé à la préparation du document : Michèle Poirier et Sylvie Latulippe, supervision; Elizabeth Morton, Caroline McNicoll et Luc Lécuyer, coordination; Marla Sheffer (réviseure contractuelle), révision scientifique; André La Rose et Jean-Luc Malherbe (réviseur contractuel), révision du texte français; Nicole Parent, correction d'épreuves; Linda Bartlett, Lucie Bérubé et Rukiya Abdulhusein, mise en pages; Luc Lécuyer, impression.

Table des matières

1. Introduction 7

2. Région étudiée 7

3. Méthodes 9
- 3.1 Écologie de la nidification 9
  - 3.1.1 Parcelles d'échantillonnage des nids 9
  - 3.1.2 Estimatation du nombre d'oies nicheuses 9
  - 3.1.3 Taille des couvées et œufs abandonnés 10
  - 3.1.4 Succès da la nidification 10
  - 3.1.5 Causes de l'échec de la nidification 10
  - 3.1.6 Mortalité des adultes nicheurs 11
  - 3.1.7 Éclosion 11
  - 3.1.8 Taille des nichées à l'éclosion 11
  - 3.1.9 Abondance des renards arctiques et d'autres prédateurs 11
  - 3.1.10 Abondance des lemmings 11
- 3.2 Écologie de l'élevage des oisons 11
  - 3.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons (relevés aériens) 11
  - 3.2.2 Indice de survie des oisons 12
- 3.3 Taux de croissance de la population 12
- 3.4 Incidence du broutage 12
  - 3.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg 12
  - 3.4.2 Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons 13
- 3.5 État physique des oies 14
- 3.6 Précision des estimations 14

4. Résultats 14
- 4.1 Écologie de la nidification 14
  - 4.1.1 Nombre d'oies nicheuses et territoire occupé par des oies nicheuses 14
  - 4.1.2 Chronologie du printemps et de la nidification 15
  - 4.1.3 Taille des couvées et œufs abandonnés 17
  - 4.1.4 Succès de la nidification 18
  - 4.1.5 Causes de l'échec de la nidification 18
  - 4.1.6 Mortalité des adultes nicheurs 19
  - 4.1.7 Éclosion 20
  - 4.1.8 Taille des nichées à l'éclosion 20
  - 4.1.9 Abondance des renards arctiques et d'autres prédateurs 20
  - 4.1.10 Abondance des lemmings 21
- 4.2 Écologie de l'élevage des oisons 21
  - 4.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons 21
  - 4.2.2 Indice de survie des oisons 23
  - 4.2.3 Proportion d'oies bleues 23
- 4.3 Taux de croissance de la population 23
- 4.4 Incidence du broutage 24
  - 4.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg 24
  - 4.4.2 Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons 24
- 4.5 État physique des oies 24

5. Discussion 25
- 5.1 Écologie de la nidification 25
  - 5.1.1 Nombre d'oies nicheuses 25
  - 5.1.2 Taille des couvées et œufs abandonnés 26
  - 5.1.3 Succès de la nidification 26
  - 5.1.4 Causes de l'échec de la nidification 27
  - 5.1.5 Mortalité des adultes nicheurs 27
  - 5.1.6 Abondance des prédateurs et conséquences 27
- 5.2 Écologie de l'élevage des oisons 28
  - 5.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons 28
  - 5.2.2 Indice de survie des oisons 29
- 5.3 Taux de croissance de la population 29
- 5.4 Incidence du broutage 29
  - 5.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg 29
  - 5.4.2 Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons 29
- 5.5 Conséquences pour la gestion 30

6. Conclusion 31

Ouvrages cités . . 32

Annexes . 34

Liste des annexes

Annexe 1. Superficie des strates de relevés aériens dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998 34

Annexe 2. Couvert végétal à la colonie de la rivière Egg, du 29 juin au 1er juillet 1998 34

Annexe 3. Mesures des différentes parties du corps des Petites Oies des neiges récoltées lors de la chasse du printemps à Sachs Harbour, 1997 et 1998 34

Liste des figures

Figure 1. Emplacement de la colonie de la rivière Egg et étendue des relevés aériens dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998 8

Figure 2. Nombre de Petites Oies des neiges ayant niché à la rivière Egg, 1953-1998 15

Figure 3. Corrélation entre le nombre d'oies nicheuses et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998 15

Figure 4. Étendue géographique de la colonie de la rivière Egg sur l'île Banks, 1995-1998 16

Figure 5. Répartition des dates d'amorçage de la nidification à la rivière Egg, 1995 à 1998 17

Figure 6. Corrélation entre la taille des couvées et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998 17

Figure 7. Corrélation entre l'abandon des œufs et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998 18

Figure 8. Corrélation entre le succès de l'incubation et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998 19

Figure 9. Taux relatif de survie des nichées de Petites Oies des neiges et nombre projeté d'oies nicheuses à la rivière Egg, 1995-1998 19

Figure 10. Nombre cumulatif de Petites Oies des neiges mortes à la rivière Egg, 1996-1998 20

Figure 11. Abondance des lemmings et des renards arctiques à la rivière Egg, 1995-1998 21

Figure 12. Nombre de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1996-1998 22

Figure 13. Corrélation entre l'indice de l'effort de reproduction et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à l'île Banks, 1996-1998 22

Figure 14. Relation entre la disponibilité et la consommation par les oies des plantes graminoïdes sur les berges de lac du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, juillet 1998 24

Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre de Petites Oies des neiges ayant niché à la rivière Egg, 1995-1998 15

Tableau 2. Probabilité de détecter des nids de Petites Oies des neiges à la rivière Egg, 1995-1998 15

Tableau 3. Chronologie du printemps et de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998 17

Tableau 4. Taille des couvées à la rivière Egg, 1995-1998 17

Tableau 5. Taux minimum d'abandon des œufs à la rivière Egg, 1995-1998 18

Tableau 6. Succès de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998 18

Tableau 7. Variation saisonnière du succès de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998 19

Tableau 8. Causes de l'échec de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998 19

Tableau 9. Mortalité des Petites Oies des neiges nicheuses à la rivière Egg, 1995-1998 20

Tableau 10. Taille des nichées à l'éclosion à la rivière Egg, 1995-1998 21

Tableau 11. Nombre de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998 22

Tableau 12. Densité de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998 23

Tableau 13. Indice de survie des oisons au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion chez les Petites Oies des neiges de l'île Banks, 1996-1998 23

Tableau 14. Taux annuel de variation de la taille de la population (λ) de Petites Oies des neiges nicheuses à la rivière Egg et de Petites Oies des neiges adultes présentes dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998 24

Tableau 15. Sélection de modèles pour dérire la variation de la disponibilité des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks en 1998 24

1. Introduction

Les Petites Oies des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*) de la voie migratoire du Pacifique nichent en grandes colonies sur l'île Banks, à la rivière Anderson et sur l'île Kendall, dans les Territoires du Nord-Ouest, sur l'île Howe, en Alaska, et sur l'île Wrangel, en Russie (Kerbes 1986; Johnson 1996; Kerbes *et al.* 1999). Les plus récentes estimations de population pour ces colonies s'établissent respectivement à 480 000, à 3 000, à 3 000, à 1 000 et à 40 000 oies nicheuses (Johnson 1996; Kerbes *et al.* 1999). Les oies de ces colonies partagent leurs aires d'hivernage en Californie, au Mexique, au Nouveau-Mexique, sur le fleuve Fraser, en Colombie-Britannique, et sur la rivière Skagit, dans l'État de Washington (Dzubin 1979; Kerbes *et al.* 1999), où les individus des différentes colonies se mélangent (Syroechkovsky *et al.* 1994).

Les Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks revêtent une grande importance pour les Inuvialuit; les oies constituent une part importante de leur alimentation et sont récoltées par 5 des 6 collectivités de la région désignée des Inuvialuit (Bromley 1996). De plus, la majorité des oies récoltées dans la voie migratoire du Pacifique proviennent de cette population (voir Kerbes *et al.* 1999). Des études de baguage (p. ex. Kerbes *et al.* 1999) ont permis de déterminer le niveau de survie des Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks, mais la productivité de ces oiseaux est mal documentée (voir néanmoins McEwen 1958).

La présente étude a été amorcée dans le but de recueillir de l'information sur la productivité des Petites Oies des neiges sur l'île Banks. Nos objectifs étaient de :

- recueillir de l'information sur le nombre d'oies nicheuses, sur le succès de la nidification et sur l'indice de survie des oisons;
- évaluer l'incidence du climat et de la prédation sur la productivité des oies;
- déterminer l'incidence du broutage des oies sur les communautés végétales.

2. Région étudiée

La présente étude a été menée dans la colonie de la rivière Egg (72°25'N, 124°32'O) et dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks pendant les étés de 1995 à 1998 (figure 1). La rivière Egg accueille plus de 90 % des Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks (Kerbes *et al.* 1999). Dans cette région, les oies nichent dans les grandes vallées des rivières Egg et Big; les nids ont atteint une densité moyenne de 29 à 43 nids/ha entre 1995 et 1998 (voir la section 4.1.1 ci-après). Les aires de nidification sont caractérisées par des collines gravelées et des secteurs polygonaux dans la partie sud de la colonie et par des terres humides comprenant des lacs et des étangs peu profonds dans sa partie nord (voir McEwen 1958). Après l'éclosion des œufs, les oies se dispersent dans l'ensemble de la partie sud-ouest de l'île Banks (McEwen 1958). Cette région est constituée de hautes terres légèrement ondulées, séparées par de grandes vallées fluviales abritant de nombreux lacs et étangs (Cotter et Hines 2001).

Outre la Petite Oie des neiges, d'autres espèces d'oiseaux nichant dans la région de la rivière Egg ont été identifiées dans le cours de l'étude : Bernaches cravant (*Branta bernicla*), Eiders à tête grise (*Somateria spectabilis*), Plongeons du Pacifique (*Gavia pacifica*), Cygnes siffleurs (*Cygnus columbianus*), Grues du Canada (*Grus canadensis*), Goélands bourgmestres (*Larus hyperboreus*), Labbes à longue queue (*Stercorarius longicaudus*), Buses pattues (*Buteo lagopus*), Lagopèdes des saules (*Lagopus lagopus*) et Bruants lapons (*Calcarius lapponicus*). En plus des oiseaux nicheurs, nous avons observé des Mouettes de Sabine (*Xema sabini*), des Labbes pomarins (*Stercorarius pomarinus*), des Labbes parasites (*Stercorarius parasiticus*), des Harfangs des neiges (*Bubo scandiacus*), des Pluviers bronzés (*Pluvialis dominica*), des oiseaux de rivage non identifiés (Charadriiformes spp.), des Grands Corbeaux (*Corvus corax*) à l'occasion et une Bernache de Hutchins (*Branta hutchinsii*) dans la colonie ou tout près de celle-ci. Les mammifères communs dans la colonie étaient les renards arctiques (*Alopex lagopus*), les lemmings à collerette (*Dicrostonyx torquatus*) et les bœufs musqués (*Ovibus moschatus*). Des loups (*Canis lupus*), des caribous (*Rangifer tarandus*) et des lièvres arctiques (*Lepus arcticus*) ont été aperçus à l'occasion dans la colonie ou tout près.

Figure 1

L'emplacement de la colonie de la rivière Egg et étendue des relevés aériens dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998. Chaque année, de 1996 à 1998, nous avons inventorié toutes les grandes vallées fluviales du refuge, ainsi que les hautes terres séparées par des vallées fluviales. Les relevés aériens de 1996 à 1998 ont couvert l'ensemble du refuge, à l'exception d'une étroite bande de terre située au sud de la rivière Kellet. Sur la carte des strates de relevés aériens de 1996 à 1998, les hautes terres apparaissent en gris pâle et les sites d'échantillonnage sont représentés par des carrés noirs. La superficie de chaque strate d'échantillonnage est précisée à l'annexe 1.

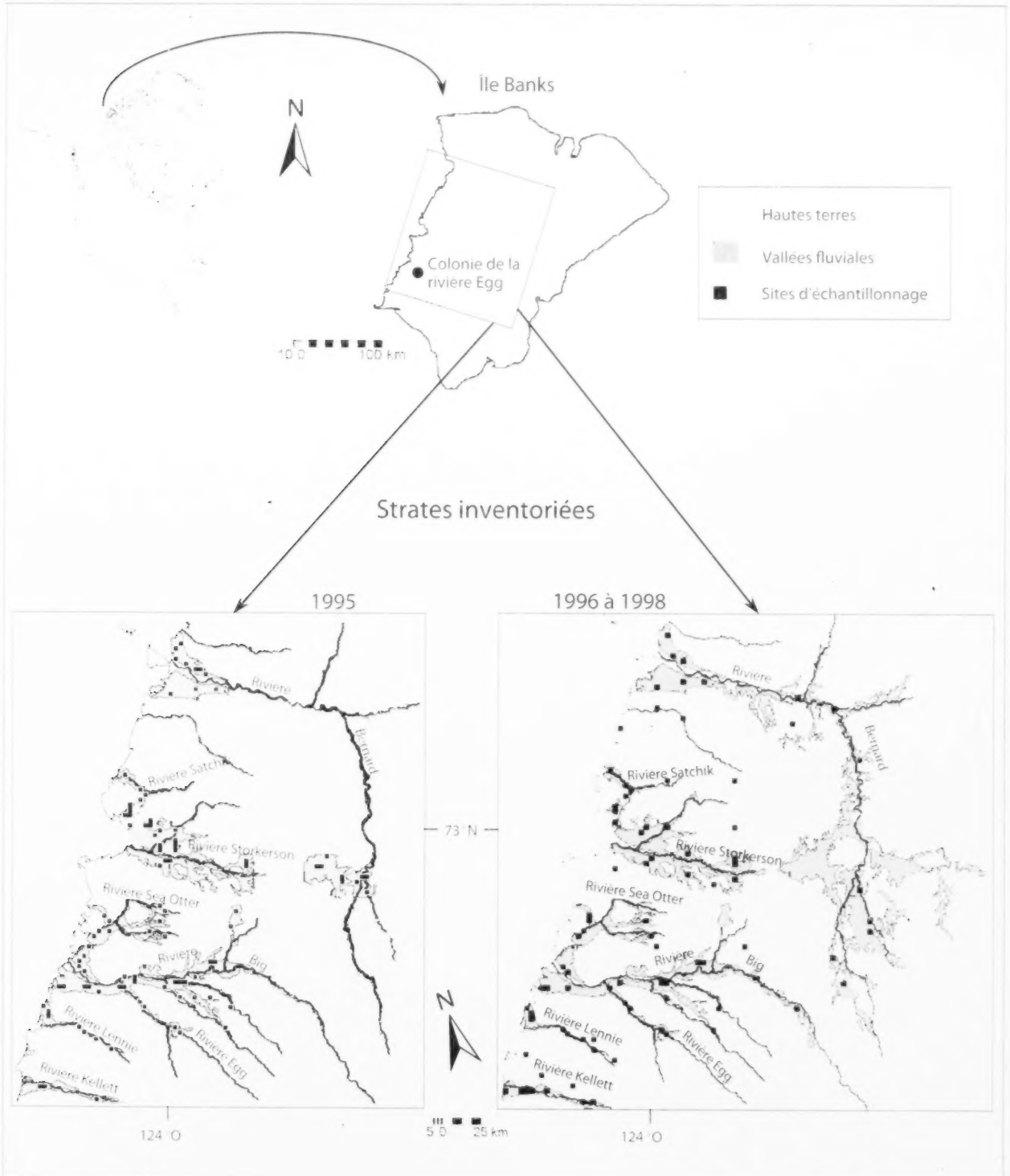
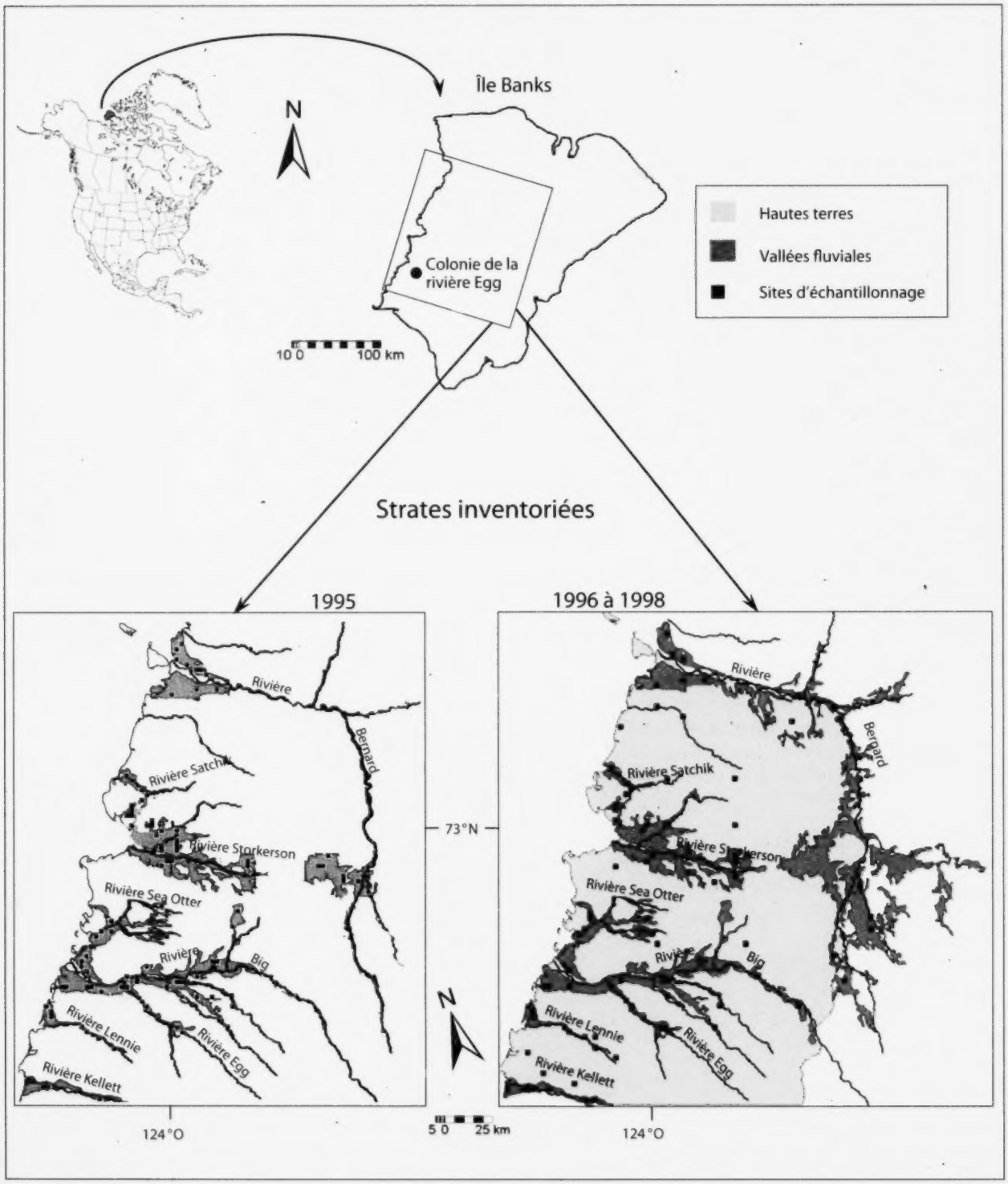


Figure 1
Emplacement de la colonie de la rivière Egg et étendue des relevés aériens dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998. Chaque année, de 1996 à 1998, nous avons inventorié toutes les grandes vallées fluviales du refuge, ainsi que les hautes terres séparées par des vallées fluviales. Les relevés aériens de 1996 à 1998 ont couvert l'ensemble du refuge, à l'exception d'une étroite bande de terre située au sud de la rivière Kellet. Sur la carte des strates de relevés aériens de 1996 à 1998, les hautes terres apparaissent en gris pâle et les sites d'échantillonnage sont représentés par des carrés noirs. La superficie de chaque strate d'échantillonnage est précisée à l'annexe 1.



3. Méthodes

3.1 Écologie de la nidification

3.1.1 Parcelles d'échantillonnage des nids

Nous avons mesuré le succès de la nidification des oies dans des parcelles d'échantillonnage réparties systématiquement dans l'ensemble de la colonie sur une grille de 1 km (la taille de la colonie variait considérablement d'une année à l'autre, avec respectivement n = 75, 87, 33 et 72 parcelles/année de 1995 à 1998). L'emplacement des parcelles d'échantillonnage a été sélectionné, au moyen du Système de quadrillage universel transverse de Mercator, sur des cartes à l'échelle de 1:50 000. Les parcelles d'échantillonnage circulaires avaient un rayon de 25 m en 1995 et de 30 m entre 1996 et 1998. Nous avons commencé à utiliser des parcelles d'échantillonnage d'un rayon de 30 m en 1995; cependant, étant donné que la densité de nids était élevée (jusqu'à 43 nids/parcelle), nous avons réduit le rayon à 25 m pour éviter de chasser les oiseaux de leur nid trop longtemps. De 1996 à 1998, alors que moins d'informations étaient recueillies dans chaque parcelle (c.-à-d. que nous n'avons mesuré ni la longueur ni la largeur des œufs), nous sommes revenus à des parcelles d'échantillonnage d'un rayon de 30 m.

Dans chaque parcelle d'échantillonnage, nous avons noté le nombre de nids, le nombre d'œufs par nid et le nombre d'oies mortes (les nids étaient identifiés au moyen de marqueurs de bois de 13 cm). En l'absence de nids dans les parcelles, nous avons vérifié la présence de nids jusqu'à une distance de 200 m de celles-ci (voir la définition de la colonie à la section 3.1.2 ci-après). La mortalité des oies n'a pas été mesurée avec précision en 1995, car nous n'avions pas réalisé à quelle vitesse les charognards s'emparaient des oies mortes. Après 1995 toutefois, nous avons postulé que les carcasses d'oies ayant une apparence fraîche ou qui portaient encore de la chair fraîche étaient des oies mortes l'année même. Par ailleurs, les carcasses d'apparence défraîchie ou constituées seulement d'os et de quelques plumes ont été considérées comme provenant d'oies mortes durant une année antérieure. Les oies mortes ont été enlevées des parcelles afin d'éviter qu'elles ne soient recomptées lors de visites ultérieures. Nous avons déterminé le succès de la nidification après l'éclosion en nous fondant sur le critère qu'ils devaient abriter un ou plusieurs oisons. Le succès de l'éclosion des oisons a été déterminé par la présence de membranes ou de coquilles d'œufs dans le nid ou dans les environs immédiats du nid (voir Ely et Raveling 1984).

Nous avons surveillé l'épaisseur de la neige, l'amorçage de la nidification, la taille des couvées, le succès de la nidification et la chronologie de la mortalité des adultes nicheurs dans un sous-ensemble de parcelles (appelées ci-après « les parcelles d'amorçage ») tous les 2 à 5 jours pendant toute la saison de nidification (n = 22 parcelles d'amorçage en 1995 et 19 parcelles d'amorçage de 1996 à 1998). Les parcelles d'amorçage étaient situées dans une section de la colonie plutôt que réparties au hasard dans l'ensemble de la colonie en raison de la logistique des déplacements (les déplacements à pied sont très lents lors de la fonte des neiges). Néanmoins, nous estimons que ces parcelles représentaient fidèlement la colonie dans son ensemble, car elles occupaient une section continue couvrant de 22 à 58 % de la colonie chaque année et elles incluaient des parties tant périphériques que centrales de la colonie. Les parcelles d'amorçage ont été visitées tous les 2 à 4 jours pendant la ponte des œufs et tous les 4 à 5 jours après la fin de la ponte des œufs (la fréquence variable des visites est attribuable à nos absences les jours de pluie ou de neige). La date d'amorçage de la nidification a été calculée en soustrayant 1,4 jour de la date de la première observation de chaque œuf présent dans un nid, et l'incubation a été définie comme commençant avec la ponte du dernier œuf (Cooke et al. 1995). Les nids ont été considérés comme actifs lorsque de nouveaux œufs avaient été pondus depuis notre dernière visite ou lorsque les œufs étaient encore chauds. Lorsqu'il n'y avait aucun nouvel œuf pondu ou que les œufs étaient froids, nous avons conclu à un échec de la nidification. D'après la méthode de Mayfield (1975), nous avons postulé que cet échec de la nidification avait eu lieu à mi-chemin entre les visites.

3.1.2 Estimatation du nombre d'oies nicheuses

Nous avons estimé le nombre d'oies nicheuses (défini comme étant le nombre d'oies amorçant l'incubation) au moyen du programme Distance (Thomas *et al.* 2002). Ce programme estime la probabilité de détecter des nids comme une fonction de la superficie examinée (la superficie examinée des parcelles d'échantillonnage augmente de

façon exponentielle avec le rayon des parcelles) et le nombre d'oies nicheuses comme le produit de la densité de nids et de la superficie occupée par les oies nicheuses. Nous avons défini les oies nicheuses comme étant celles qui amorcent l'incubation, afin d'éviter de recompter les oiseaux qui auraient pu continuer à nicher dans un nouveau nid après la destruction de leur premier nid (voir néanmoins l'estimation de l'échec de la ponte des œufs ci-après). De plus, les estimations antérieures du nombre d'oies nicheuses à la rivière Egg reposaient également sur les oies couveuses (voir Kerbes *et al.* 1999 et les références s'y trouvant); nos données sont donc comparables à celles des études précédentes. Nous avons postulé que les nids avec du duvet frais mais sans œuf avaient connu un début d'incubation, qui avait échoué avant qu'on ne trouve le nid (voir Johnson et Shaffer 1990). Pour chaque année de l'étude, nous avons dénombré respectivement 6, 2, 14 et 10 nids où l'incubation avait échoué avant que nous les trouvions, ce qui correspond à entre 0,3 et 4,4 % de la taille de l'échantillon.

Nous avons défini la colonie comme l'aire où nichaient des oies à une distance inférieure à 200 m des parcelles d'échantillonnage et délimité la colonie chaque année à partir de l'information recueillie dans ces parcelles et lors de déplacements à travers la colonie. Nous avons employé un système d'information géographique (SIG) (Intera Tydac 1991) afin de déterminer chaque année la taille de la colonie. Nous n'avons pas inclus les petits lacs et les lits de rivières dans la superficie totale, puisqu'ils ne sont pas utilisés par les oies nicheuses. La colonie a été subdivisée chaque année en strates de forte et de faible densité à partir de l'information recueillie dans les parcelles d'échantillonnage et lors de déplacements à travers la colonie, et nous avons utilisé, là aussi, le SIG pour estimer la superficie de chaque strate. Le seuil entre une forte et une faible densité a été fixé à 35 nids/ha, ce qui s'approche de la densité moyenne de nids pour toutes les années de l'étude (voir la section 4.1.1 ci-après).

Nous avons estimé le nombre d'oies qui ont échoué lors de la ponte des œufs (EPO) à partir de nos estimations du nombre d'oies ayant amorcé l'incubation (NOI) et du taux de survie quotidien des nichées lors de la ponte des œufs (TSQ; voir la section 3.1.4 ci-après), au moyen de l'équation [NOI(1 − TSQ^{exposition}) − NOI], où l'exposition égale [taille de la couvée − 1) × 33/24 jours]. Cette estimation peut parfois faire en sorte que les oies qui ont continué à nicher dans un nouveau nid après la destruction de leur premier nid sont comptées 2 fois (voir Cooke *et al.* 1995). Néanmoins, nous estimons que l'écart potentiel dû à la non-détection des nids ayant échoué avant que nous les ayons trouvés est faible, car la probabilité de détecter des nids variait entre 0,83 et 1,00 lors de la ponte (Samelius et Alisauskas, données inédites). Nous avons estimé l'intervalle de confiance pour le nombre d'oies ayant échoué lors de la ponte en utilisant, dans la formule susmentionnée, les limites de confiance supérieure et inférieure tant du nombre d'oies nicheuses que du taux de survie quotidien des nichées.

3.1.3 Taille des couvées et œufs abandonnés

Nous avons défini la taille des couvées comme étant le nombre d'œufs présents dans un nid au début de l'incubation et inclus seulement les données des parcelles d'amorçage dans nos estimations de celle-ci (n = 832 couvées sur 4 ans). Les nids qui n'avaient jamais été couvés ont été exclus du calcul de la taille des couvées afin d'éviter l'inclusion de couvées incomplètes. Les oies avaient parfois pondu des œufs à l'extérieur des nids (appelés ci-après « les œufs abandonnés ») et nous avons trouvé des œufs abandonnés respectivement dans 10, 11, 19 et 19 parcelles d'amorçage de 1995 à 1998. Nous avons calculé le taux d'abandon des œufs pour chaque année en divisant le nombre d'œufs abandonnés par le nombre de nids amorcés dans les parcelles d'échantillonnage où des œufs abandonnés avaient été trouvés. Il s'agit de l'estimation minimum du nombre d'œufs abandonnés, car les renards et les mouettes se saisissent de ces œufs rapidement (Samelius et Alisauskas 1999, 2000). Nous avons analysé la variation annuelle du taux d'abandon des œufs en effectuant un test du khi carré (χ^2) sur le nombre d'œufs abandonnés par rapport au nombre de nids amorcés dans les parcelles d'échantillonnage où les œufs abandonnés avaient été trouvés chaque année (n = 101 œufs abandonnés sur 4 ans; PROC FREQ, SAS Institute Inc. 1990).

3.1.4 Succès de la nidification

Nous avons employé la méthode de Mayfield (1961, 1975) pour estimer le succès de la nidification pendant la période de ponte des œufs, d'incubation et de nidification dans son ensemble (ce dernier élément correspondant au produit du succès de la nidification tant pendant la ponte des œufs que pendant l'incubation). Nous avons calculé les intervalles de confiance pour les estimations de Mayfield (1961, 1975) en appliquant la méthode de Johnson (1979) et nous n'avons utilisé que les données des parcelles d'amorçage pour le calcul du succès de la nidification (n = 934 nids sur 4 ans). Nos estimations du succès de la nidification lors de la ponte des œufs doivent être interprétées avec précaution, car on ignore si la Petite Oie des neiges continue de pondre des œufs, dans un autre nid, après avoir connu un échec de ponte précoce (voir Cooke *et al.* 1995).

3.1.5 Causes de l'échec de la nidification

Les causes de l'échec de la nidification ont été déterminées dans 13 parcelles d'amorçage en 1995 et dans 11 parcelles d'amorçage de 1996 à 1998. Les causes relevées ont été l'abandon et la déprédation des nids, la mort des femelles couveuses et l'inondation des nids. Il nous a toutefois été impossible de faire la différence entre l'abandon et la déprédation des nids dans la plupart des cas, car nous n'avons pas pu déterminer si les œufs manquants avaient été pris par des prédateurs ou emportés par des charognards

après l'abandon du nid. Nous avons donc utilisé le nombre d'abandons connus (déterminés par la présence d'œufs froids) comme indice de la proportion minimale d'échecs de la nidification causés par l'abandon (voir Cooke *et al.* 1995).

3.1.6 Mortalité des adultes nicheurs

La mortalité des adultes nicheurs a été exprimée en nombre d'oies mortes durant la nidification et en proportion des oies nicheuses. Nous avons estimé le nombre d'oies mortes en multipliant la densité des oies mortes trouvées dans les parcelles d'échantillonnage par la superficie occupée par les oies nicheuses selon la méthode de Thompson (1992). La proportion d'oies mortes durant la nidification chaque année a été calculée en divisant le nombre estimé d'oies mortes par le nombre estimé d'oies nicheuses (voir la section 3.1.2 plus haut). Nous avons recueilli et analysé chaque année les os longs (p. ex. des fémurs) de carcasses d'oies afin de détecter des signes de choléra aviaire (n = 103 os longs sur 4 ans). Les analyses ont été menées par le National Wildlife Health Center de Madison, au Wisconsin, en 1995 et en 1996 (voir Samuel *et al.* 1999) et par le Centre canadien coopératif de la santé de la faune à Saskatoon, en Saskatchewan, en 1997 et en 1998.

Nous avons examiné la chronologie de la mortalité des oiseaux nicheurs en exprimant le nombre cumulatif d'oies mortes dans les parcelles d'amorçage en fonction de l'étape de nidification pour chaque année entre 1996 et 1998 (n = 38 oies mortes dans 19 parcelles d'échantillonnage sur 3 ans). Les données de 1995 ont été exclues, car la mortalité des oies n'a pas été mesurée avec précision cette année-là (voir la section 3.1.1 plus haut).

3.1.7 Éclosion

Nous avons évité de nous déplacer dans la colonie lors de l'éclosion, puisque toute perturbation pendant cette période risque d'inciter les oies à abandonner les derniers nouveaux-nés (Cooke *et al.* 1995). Nous avons donc postulé que l'éclosion avait eu lieu 23 jours après le début de l'incubation (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Cooke *et al.* 1995).

3.1.8 Taille des nichées à l'éclosion

Nous avons estimé la taille des nichées à l'éclosion en dénombrant les oisons dans les nichées quittant la colonie (voir McEwen 1958). Cela a été effectué en observant les nichées au moyen de jumelles (15–45×) à partir des collines entourant la colonie (n = 1 961 nichées sur 4 ans). Nous avons observé des oisons quittant la colonie du 30 juin au 3 juillet en 1995, du 28 juin au 1er juillet en 1996, du 1er au 5 juillet en 1997 et du 22 au 25 juin en 1998.

3.1.9 Abondance des renards arctiques et d'autres prédateurs

Nous avons déterminé un indice d'abondance des renards arctiques pour chaque année en calculant le ratio du nombre de renards aperçus lors de l'inventaire des nids et de la distance parcourue lors de ces inventaires. D'une année à l'autre, les inventaires des nids ont été effectués à des heures semblables de la journée, et les données entrant dans le calcul de l'indice d'abondance des renards ont été limitées à celles couvrant la période de nidification des oies afin d'éviter d'introduire des variations de la capacité à détecter les renards en la présence ou en l'absence d'oies. Les observations multiples du même renard au cours d'une journée ont été combinées en une seule observation (les renards individuels ont été identifiés par le motif de leur pelage en mue de printemps). Nous avons mesuré la variation annuelle de l'abondance des renards au moyen d'un test du χ^2, où les données ont été établies en fonction du nombre d'observations de renards par année et où le nombre prévu d'observations de renards par année a été corrigé par un facteur d'intensité d'échantillonnage (nombre prévu d'observations de renards = proportion de la distance totale parcourue × nombre total de renards observés), selon la méthode proposée par Neu *et al.* (1974) (n = 179 renards sur 4 ans).

Le Goéland bourgmestre est l'autre principal prédateur des œufs à la rivière Egg et nous avons utilisé le nombre de goélands nichant dans la colonie comme indice de leur abondance. Les nids de goélands se trouvaient exclusivement sur les îles de petits lacs, et ils étaient réutilisés d'une année à l'autre par ces goélands (quoique pas nécessairement par les mêmes individus). Les goélands nicheurs étaient bien en vue, et nous avons couvert la colonie systématiquement dans une grille d'échantillonnage de 1 km; nous estimons donc que le décompte des nids de goélands représente assez fidèlement le nombre de goélands nichant à la rivière Egg. Il est toutefois possible que, en 1995 et en 1996, alors que nous ne connaissions pas encore les lacs où nichent les goélands, certains de leurs nids soient passés inaperçus.

3.1.10 Abondance des lemmings

Nous avons mesuré l'abondance de petits mammifères en installant, au début de juillet, 2 transects de pièges à rat, suivant la méthode de Krebs et Wingate (1985). Des lignes de piégeage ont été installées à environ 1 km à l'extérieur de la colonie, sur des versants secs dominés par la dryade intégrifoliée (*Dryas integrifolia*) et le saule pourpre nain (*Salix arctica*). Nous avons mesuré la variation annuelle de l'abondance des lemmings au moyen d'un test fondé sur le logarithme du rapport des vraisemblances (Zar 1999), où les données ont été établies en fonction du nombre de lemmings capturés par année et où le nombre prévu de lemmings capturés par année a été corrigé par un facteur d'intensité d'échantillonnage (nombre prévu de lemmings capturés = proportion du nombre total de pièges-nuits × nombre total de lemmings capturés), selon la méthode proposée par Neu *et al.* (1974) (n = 16 lemmings sur 4 ans).

3.2 Écologie de l'élevage des oisons

3.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons (relevés aériens)

Nous avons surveillé la répartition des oies pendant l'élevage des oisons en effectuant chaque année des relevés aériens au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion. Notre

zone d'échantillonnage englobait l'ensemble du Refuge d'oiseaux migrateurs nº 1 de l'île Banks (à l'exception d'une étroite bande de terre située au sud de la rivière Kellet) et nous avons subdivisé cette région en strates de vallées fluviales et de hautes terres (nous n'avons pas échantillonné les hautes terres en 1995; figure 1). Nous avons calculé la superficie de chaque strate au moyen d'un SIG (Intera Tydac 1991; voir la superficie des strates à l'annexe 1). Les relevés aériens ont été menés, à bord d'un hélicoptère Bell 206, les 11 et 12 juillet en 1995, du 9 au 11 juillet en 1996, du 18 au 21 juillet en 1997 et du 12 au 15 juillet en 1998. De 20 à 25 heures de vol ont été effectuées chaque année.

Dans chacune des strates inventoriées, nous avons sélectionné au hasard des parcelles d'échantillonnage de 2 × 2 km et dénombré les oies présentes en photographiant toutes les bandes d'oies à l'intérieur de chacune de ces parcelles d'échantillonnage (voir Reed et Chagnon 1987). Nous avons postulé que la probabilité de détecter des oies était proche de 1,0, car, dans plus de 99 % des cas, la coloration des oies était de forme blanche (voir la section 4.2.3 ci-après) et se détachait donc nettement de l'arrière-plan. Nous avons utilisé le même modèle d'échantillonnage chaque année de l'étude, mais le nombre de parcelles a varié d'une année à l'autre en raison de contraintes logistiques liées à l'utilisation de l'hélicoptère (n = 98, 87, 99 et 78 parcelles par année respectivement). Le nombre d'oiseaux dans chaque strate a été estimé au moyen de la méthode de Thompson (1992). En 1997, 3 parcelles d'échantillonnage ont été exclues des hautes terres, car elles n'ont pas été considérées comme représentatives de la région (2 parcelles se trouvaient dans la vallée fluviale de la rivière Adam — un système riverain trop petit pour constituer en soi une strate — et une autre, trop près de la rivière Big).

Plus de 90 % des Petites Oies des neiges qui se reproduisent sur l'île Banks nichent à la rivière Egg (Kerbes *et al.* 1999); les autres oies observées lors des relevés aériens étaient donc majoritairement des oies non reproductrices (c.-à-d. des oies juvéniles ou des adultes n'ayant pas niché cette année-là). Un indice de l'effort de reproduction a été déterminé en calculant le ratio du nombre d'oies nicheuses à la rivière Egg et du nombre d'oies observées dans les aires d'élevage des oisons lors des relevés aériens chaque année. Cet indice doit être interprété avec prudence, car il est possible que les relevés aériens n'aient pas permis d'inventorier tous les secteurs occupés par les oies pendant la saison d'élevage des oisons (p. ex., Barry [1960] a observé des oies non reproductrices et reproductrices en échec à la rivière Thomsen, à l'extrémité nord de l'île); l'indice pourrait donc tendre à surestimer l'effort de reproduction.

3.2.2 Indice de survie des oisons

L'indice de survie des oisons de 1996 à 1998 (les aires d'élevage des oisons n'ont été que partiellement couvertes en 1995) a été déterminé en calculant le ratio de la population d'oisons observés lors des relevés aériens et de la population estimée d'oisons ayant quitté la colonie. Peu de nichées ont été observées en périphérie du refuge d'oiseaux, ce qui nous porte à croire que peu de nichées se sont dispersées à l'extérieur de la région inventoriée (voir la section 4.2.1 ci-après). La population d'oisons quittant la colonie a été estimée en multipliant la taille des nichées à l'éclosion par le nombre de couples nicheurs et par le succès de la nidification pendant la période d'incubation. Nous avons estimé l'intervalle de confiance pour l'indice de survie des oisons au moyen des nombres maximum et minimum d'oisons observés lors des relevés aériens et des nombres maximum et minimum d'oisons quittant la colonie.

3.3 Taux de croissance de la population

Nous avons calculé le taux de croissance annuel (λ) de la population nicheuse de la rivière Egg de 1953 à 1998 en effectuant une régression linéaire du logarithme naturel des valeurs des estimations de population d'après la méthode d'Eberhardt et Simmons (1992) (n = 10 estimations de population; les données de 1953 à 1995 sont tirées de Kerbes *et al.* [1999] et des références s'y trouvant; PROC GLM, SAS Institute Inc. 1990). De même, nous avons aussi calculé le taux annuel de variation de la taille de la population nicheuse (c.-à-d. le changement proportionnel de la taille de la population d'une année à l'autre) de 1995 à 1998 et de la population adulte dans les aires d'élevage des oisons de 1996 à 1998 (nous n'avons pas été en mesure d'estimer la taille de la population en 1995) en divisant la population estimée d'une année donnée par celle de l'année précédente, d'après la méthode d'Alisauskas et Rockwell (2001). Nous avons calculé la variance du taux annuel de variation de la taille de la population à l'aide de l'équation suivante : $[(\mathrm{var}(N_{t+1})/N_t^2) + ((N_{t+1}^2 \times \mathrm{var}(N_t))/N_t^4)]$, où N_t = taille de la population à l'an 1 et N_{t+1} = taille de la population à l'an 2 (voir Doherty *et al.* 2002). Pour le calcul du taux annuel de variation de la taille de la population, nous avons choisi une taille d'échantillon correspondant aux degrés moyens de liberté pour N_t et N_{t+1}.

3.4 Incidence du broutage

3.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg

Le couvert végétal à la colonie de la rivière Egg a été étudié en échantillonnant la végétation dans toutes les parcelles d'échantillonnage des nids à l'intérieur de la colonie en 1998 (c.-à-d. toutes les parcelles comptant des oies nicheuses à moins de 200 m de distance). Le couvert végétal a été échantillonné au moyen de transects rectilignes partant du centre de chaque parcelle d'échantillonnage et s'étendant sur 30 m en direction nord. À chaque mètre, le couvert a été classé comme végétal ou sol exposé. Nous avons échantillonné le couvert végétal du 29 juin au 1er juillet, c.-à-d. de 7 à 9 jours après le pic d'éclosion des oies et de 30 à 32 jours après la première floraison de la saxifrage à feuilles opposées (*Saxifraga oppositifolia*), qui a été utilisée à titre d'indicateur de la phénologie du printemps. Nous avons analysé la relation entre la densité de nids et le couvert végétal en effectuant une régression linéaire du couvert végétal et du couvert des cinéraires des marais (*Senecio congestus*), indicatrices du surpâturage (Jefferies et Abraham 1994), par rapport à la densité d'oies nicheuses (n = 2 200 échantillons dans 74 parcelles; PROC GLM, SAS Institute Inc. 1990). Comme

les mêmes données ont été employées dans deux analyses distinctes, nous avons appliqué un facteur de correction $\alpha = 0,05/2 = 0,025$.

3.4.2 *Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons*

Nous avons étudié la relation entre la disponibilité et la consommation par les oies des plantes graminoïdes (c.-à-d. les graminées et les carex, respectivement de la famille des Graminées et de celle des Cypéracées) dans les aires d'élevage des oisons en recueillant des déjections d'oies et des échantillons de végétation dans les vallées fluviales et les hautes terres du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks en 1998. Nous avons concentré notre échantillonnage sur les berges humides d'étang et de lac (appelées ci-après « les berges de lac »), car les oies semblaient se concentrer à ces endroits pour se nourrir lors des relevés aériens de 1995 à 1997 et on sait par ailleurs que des oies d'autres régions de l'Arctique concentrent leur quête de nourriture dans ces milieux (Giroux *et al.* 1984; Hughes *et al.* 1994). Les sites d'échantillonnage, au nombre de 5 dans chacune des strates de la rivière Big, de la rivière Storkerson, de la rivière Bernard et des hautes terres, ont été choisis au hasard à partir du modèle d'échantillonnage pour les relevés aériens (voir la section 3.2.1 plus haut). Les sites d'échantillonnage ont été standardisés en choisissant les berges d'étang ou de lac en pente douce situées le plus près possible du coin sud-ouest des parcelles d'échantillonnage sélectionnées (les berges de lac avaient généralement une largeur de 3 à 5 m). Sur chaque site, nous avons recueilli 3 échantillons de déjections d'oies (toutes les déjections étant situées, pour chaque échantillon, à l'intérieur d'une superficie de 1 m^2) et prélevé 3 carottes de végétation (de 84 mm de diamètre), selon la marche à suivre de Jefferies et Abraham (1994). Les échantillons ont été recueillis au centre de chaque parcelle et à 10 m de part et d'autre du centre. Pour les plus petites parcelles (<40 m de longueur), nous avons échantillonné le centre et chaque quadrant de la parcelle. La masse moyenne des déjections d'oies et des plantes graminoïdes séchées de chaque site a été utilisée comme unité d'échantillonnage dans les analyses.

Outre ceux recueillis sur les berges de lac, nous avons également échantillonné les végétaux et les déjections d'oies qui se trouvaient dans des fens de neige tardive, afin d'établir les différences existant entre ces 2 habitats sur les plans de la disponibilité et de la consommation par les oies des plantes graminoïdes. Les fens de neige tardive ont été définis comme étant des touffes distinctes de végétation situées dans la partie inférieure de collines en pente douce (pour plus de détails, voir Groupe de travail national sur les terres humides 1988). En raison de contraintes logistiques, notre échantillonnage s'est limité aux fens de neige tardive de la rivière Big. Pour établir notre comparaison entre les sites d'échantillonnage des fens de neige tardive et ceux des berges d'étang ou de lac, nous nous sommes fondés sur le fen qui se trouvait le plus près d'un site d'échantillonnage de berges de lac. Les fens de neige tardive ont été échantillonnés en ayant recours à la marche à suivre utilisée pour les berges de lac (voir ci-dessus).

Les échantillons de végétation ont été traités moins de 24 heures après leur collecte, en respectant, là encore, la marche à suivre de Jefferies et Abraham (1994). Les plantes ont été coupées au niveau du sol ou de la mousse, et triées en 3 catégories : plantes mortes, plantes vivantes graminoïdes et plantes vivantes non graminoïdes. Les plantes graminoïdes comprenant à la fois des parties vivantes et mortes ont été classées comme *vivantes* si plus de la moitié de la plante était verte et *mortes* si plus de la moitié de la plante était brune. Les plantes graminoïdes mortes étaient rares et nous n'avons inclus que les plantes graminoïdes vivantes dans l'analyse. Des échantillons de plantes et de déjections d'oies ont été mises à sécher sur le terrain, puis séchés à nouveau en laboratoire jusqu'à l'atteinte d'une masse constante à 70°C et pesés (±0,001 g pour les plantes et ±0,01 g pour les déjections d'oies).

Nous avons analysé la variation de la disponibilité des plantes graminoïdes entre les vallées fluviales, ainsi qu'en relation avec la consommation de ces plantes par les oies, au moyen d'une analyse de covariance de la masse de plantes graminoïdes par rapport à l'emplacement et à la masse des déjections d'oies (n = 20 sites dans 4 secteurs; PROC GLM, SAS Institute Inc. 1990). Comme les données étaient non linéaires, une transformation racine carrée de la masse des déjections d'oies et des plantes graminoïdes a été appliquée afin d'obtenir la meilleure approximation linéaire. Nous avons dérivé 5 modèles candidats pouvant exprimer la variation de la disponibilité des plantes graminoïdes; les caractéristiques de ces modèles allaient d'aucune variation entre les vallées fluviales et d'aucune influence de la consommation de ces plantes par les oies (c.-à-d. une variation autour de la moyenne générale) jusqu'à une variation entre les vallées fluviales, à une influence de la consommation de ces plantes par les oies et à une interaction entre les vallées fluviales et la consommation de ces plantes par les oies. Le modèle candidat permettant de décrire le mieux la disponibilité des plantes graminoïdes sur les berges de lac a été sélectionné en ayant recours au critère d'information d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (CIA_c) (Burnham et Anderson 1998). Ainsi, le modèle ayant la plus faible valeur CIA_c a été retenu à titre de meilleur modèle, et les modèles dont la valeur était <2 unités de CIA_c ont été considérés comme étant de qualité semblable (Burnham et Anderson 1998).

Afin de déterminer si les oies utilisaient les berges de lac et les fens de neige tardive de manière différente, nous avons effectué un test t par paires portant sur les différences quant à la quantité de déjections d'oies dans des échantillons appariés sur les berges de lac et dans les fens de neige tardive (n = 5 échantillons appariés; PROC MEANS, SAS Institute Inc. 1990). De même, nous avons vérifié si la disponibilité des plantes graminoïdes variait entre les habitats en effectuant un test t par paires portant sur les différences quant à la disponibilité des plantes graminoïdes dans des échantillons appariés sur les berges de lac et dans les fens de neige tardive (n = 5 échantillons appariés; PROC MEANS, SAS Institute Inc. 1990).

3.5 État physique des oies

Nous avons recueilli 25 Petites Oies des neiges à notre arrivée sur l'île Banks en 1997 et en 1998, dans le but d'examiner l'état physique des oies qui y nichaient. Ces oies ont été récoltées lors de la chasse annuelle du printemps à Sachs Harbour, soit entre le 20 et le 22 mai en 1997 et entre le 17 et le 21 mai en 1998. Le gras abdominal et l'indice de protéines (la somme de la masse du gésier et des muscles de la poitrine et des pattes) ont été utilisés comme indicateurs de leur état physique. Nous avons comparé l'état physique des Petites Oies des neiges de l'île Banks à celui des Petites Oies des neiges du lac Karrak, au Nunavut, au moyen d'une analyse de variance des différences absolues dans le gras abdominal et l'indice de protéines et d'une analyse de covariance des différences corrigées pour tenir compte de la taille corporelle des oiseaux (appelées ci-après « les différences relatives ») en incluant la première composante principale (PC1) dérivée d'une analyse en composantes principales (PROC PRINCOMP, SAS Institute Inc. 1990) portant sur les éléments suivants : la longueur du tarse, la longueur du bréchet, la longueur du crâne, la largeur du crâne, la hauteur du crâne, le culmen et la corde des ailes (n = 18 femelles adultes de l'île Banks et 43 à 45 femelles adultes du lac Karrak; PROC GLM, SAS Institute Inc. 1990).

3.6 Précision des estimations

Sauf indication contraire, dans l'ensemble de la présente étude, l'intervalle de confiance (IC) pour les estimations est de 95 %.

4. Résultats

4.1 Écologie de la nidification

4.1.1 Nombre d'oies nicheuses et territoire occupé par des oies nicheuses

Le nombre d'oies ayant niché à la rivière Egg a varié considérablement d'une année à l'autre et nous avons estimé qu'entre 264 000 et 452 000 Petites Oies des neiges ont niché dans la colonie entre 1995 et 1998 (tableau 1; figure 2). Une corrélation négative a été relevée entre le nombre d'oies nicheuses et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges. Les oies nicheuses étaient particulièrement peu abondantes en 1997, année où la nidification a été retardée par une fonte des neiges très tardive (le printemps fut également tardif en 1995, mais pas autant qu'en 1997; figure 3). À des fins de comparaison, nous avons inclus l'estimation de Kerbes *et al.* (1999) de 431 000 oies ayant niché à la rivière Egg en 1995 (voir le tableau 1 et la figure 2). Cette estimation est fondée sur des photographies aériennes prises le 11 juin 1995 (Kerbes *et al.* 1999). La fréquence des échecs durant la ponte des œufs a varié d'une année à l'autre et a semblé être en corrélation négative avec le moment de l'arrivée de la fonte des neiges; le nombre de Petites Oies des neiges ayant connu un échec de ponte a été estimé à 91 000 (Intervalle de confiance [IC] de 95 %, entre 39 000 et 189 000), 34 000 (IC de 95 %, entre 6 000 et 74 000), 127 000 (IC de 95 %, entre 62 000 et 241 000) et 75 000 (IC de 95 %, entre 36 000 et 126 000), de 1995 à 1998 respectivement.

La probabilité de détecter des nids a varié entre 0,50 et 1,00 (tableau 2). Cependant, il se peut que, en 1995, cette probabilité de détecter des nids ait été faussée par le déploiement de marqueurs de parcelle cette année-là (c.-à-d. que nous aurions peut-être alors été influencés par la répartition des nids d'oies au moment du choix de l'emplacement exact des marqueurs de parcelle). La probabilité annuelle de détecter des nids a varié entre 0,79 et 1,00 les années où des marqueurs de parcelle ont été déployés (moyenne = 0,93).

Le territoire occupé par des oies nicheuses (c.-à-d. la taille de la colonie) a varié considérablement d'une année à l'autre, pour représenter respectivement, entre 1995 et 1998, une superficie de 76,5, de 87,2, de 33,1 et de 74,6 km^2 (figure 4). La densité moyenne de nids a varié dans une moindre mesure, les moyennes annuelles ayant été respectivement de 30 (IC de 95 %, entre 23 et 39), de 29 (IC de 95 %, entre 25 et 33), de 43 (IC de 95 %, entre 32 et 59) et de 35 (IC de 95 %, entre 31 et 39) nids/ha ces mêmes années.

Tableau 1
Nombre de Petites Oies de neiges ayant niché à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Année	Nombre d'oies nicheuses (IC de 95 %)[b]	Coefficient[c] de variation	Taille de l'échantillon (nombre de parcelles)
1995	404 000 (313 000-522 000)	12,9	75
1996	436 000 (379 000-502 000)	7,1	87
1997	264 000 (194 000-359 000)	15,3	33
1998	452 000 (403 000-507 000)	5,7	72
Estimation de Kerbes *et al.* (1999) pour 1995[c]	431 000 ± 48 000		

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] Nous avons estimé le nombre d'oies nicheuses au moyen du programme Distance (Thomas *et al.* 2002) et nous avons stratifié la colonie à partir de l'information recueillie dans les parcelles d'échantillonnage et lors de déplacements à travers la colonie.
[c] Cette estimation reposait sur des photographies aériennes prises le 11 juin 1995.

Figure 2
Nombre de Petites Oies des neiges ayant niché à la rivière Egg, 1953-1998. Les données de 1953 à 1995 sont tirées de Kerbes *et al.* (1999) et des références s'y trouvant. La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998. La population nicheuse de la rivière Egg a augmenté de 4,2 % par année de 1953 à 1998.

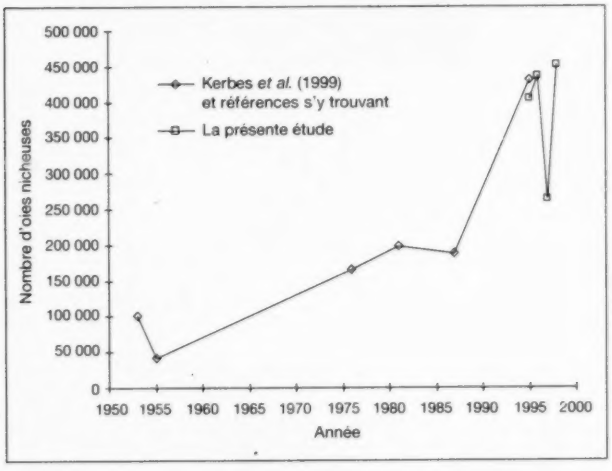


Figure 3
Corrélation entre le nombre d'oies nicheuses et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998.

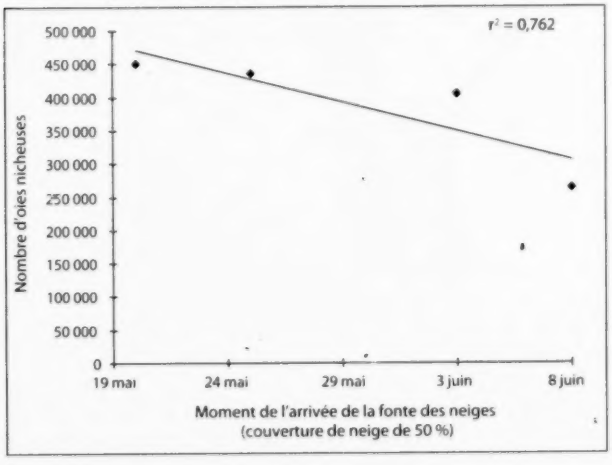


Tableau 2
Probabilité de détecter des nids de Petites Oies des neiges à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Année	Strate[b]	Probabilité de détecter des nids (IC de 95 %)	Densité de nids (nids/ha) (IC de 95 %)
1995	Forte densité	0,75 (0,63-0,88)	75 (54-105)
	Faible densité	0,50 (0,38-0,65)	14 (10-21)
1996	Forte densité	1,00 (n/a)	51 (45-57)
	Faible densité	0,79 (0,61-1,00)	18 (13-24)
1997	Forte densité	0,80 (0,64-1,00)	98 (70-138)
	Faible densité	1,00 (n/a)	8 (5-14)
1998	Forte densité	1,00 (n/a)	68 (59-78)
	Faible densité	1,00 (n/a)	15 (12-19)

[a] Il se peut que, en 1995, cette probabilité de détecter des nids ait été faussée par le déploiement de marqueurs de parcelle cette année-là (c.-à-d. que nous aurions peut-être alors été influencés par la répartition des nids d'oies au moment du choix de l'emplacement exact des marqueurs de parcelle).
[b] Nous avons fixé le seuil entre une forte et une faible densité à 35 nids/ha.

4.1.2 Chronologie du printemps et de la nidification

La fonte des neiges est survenue à l'intérieur d'un intervalle d'environ 19 jours entre 1995 et 1998, une couverture de neige de 50 % environ ayant été atteinte respectivement aux environs du 3 juin, du 25 mai, du 8 juin et du 20 mai (tableau 3). De manière analogue, la débâcle sur la rivière Big et la première floraison de la saxifrage à feuilles opposées sont survenues à l'intérieur d'un intervalle d'environ 15 à 17 jours durant les années de l'étude (tableau 3). Ces mêmes années, la chronologie de la nidification a varié à l'intérieur d'un intervalle d'environ 10 jours, la date médiane d'amorçage de la nidification ayant été respectivement le 2 juin, le 1er juin, le 5 juin et le 26 mai (tableau 3; figure 5). L'amorçage de la nidification a été très synchronisé à l'intérieur d'une même année; 74 % des oies l'ont amorcée entre le 31 mai et le 4 juin en 1995, 84 %, entre le 30 mai et le 3 juin en 1996, 70 %, entre le 3 et le 7 juin en 1997 et 84 %, entre le 24 et le 28 mai en 1998.

Les oies sont arrivées sur l'île Banks à la mi-mai en 1995 (T. Lucas, Sachs Harbour, communication personnelle), mais elles ont attendu, en raison de la persistance de la neige, 2 semaines environ avant d'amorcer la nidification (Samelius, observation personnelle; tableau 3). Peu d'oies sont arrivées sur l'île Banks avant le 24 mai en 1996; elles ont commencé à nicher dans leurs aires de reproduction moins de 1 semaine plus tard étant donné que la majeure partie de la neige était déjà fondue à leur arrivée (Samelius, observation personnelle). En 1997, les oies sont arrivées sur l'île Banks à la mi-mai (P. Raddi, Sachs Harbour, communication personnelle), mais elles ont dû attendre de 2 à 3 semaines pour nicher, en raison de la persistance de la neige (Samelius, observation personnelle). Les oies sont arrivées sur l'île Banks à la mi-mai en 1998 (T. Lucas, Sachs Harbour, communication personnelle), mais la persistance de la neige les a forcées à attendre environ 1 semaine avant de nicher (Samelius, observation personnelle). Les dates d'arrivée des oies sur l'île Banks lors des années de l'étude ressemblent à celles qu'ont signalées Höhn (1954) pour 1953 et McEwen (1958) pour 1955.

Figure 4
Étendue géographique de la colonie de la rivière Egg sur l'île Bafiks, 1995-1998. Les densités de nids, fortes et faibles, sont respectivement représentées par des zones quadrillées et hachurées. L'étendue de la colonie et les strates ont été déterminées à partir de l'information recueillie dans les parcelles d'échantillonnage et lors de déplacements à travers la colonie.

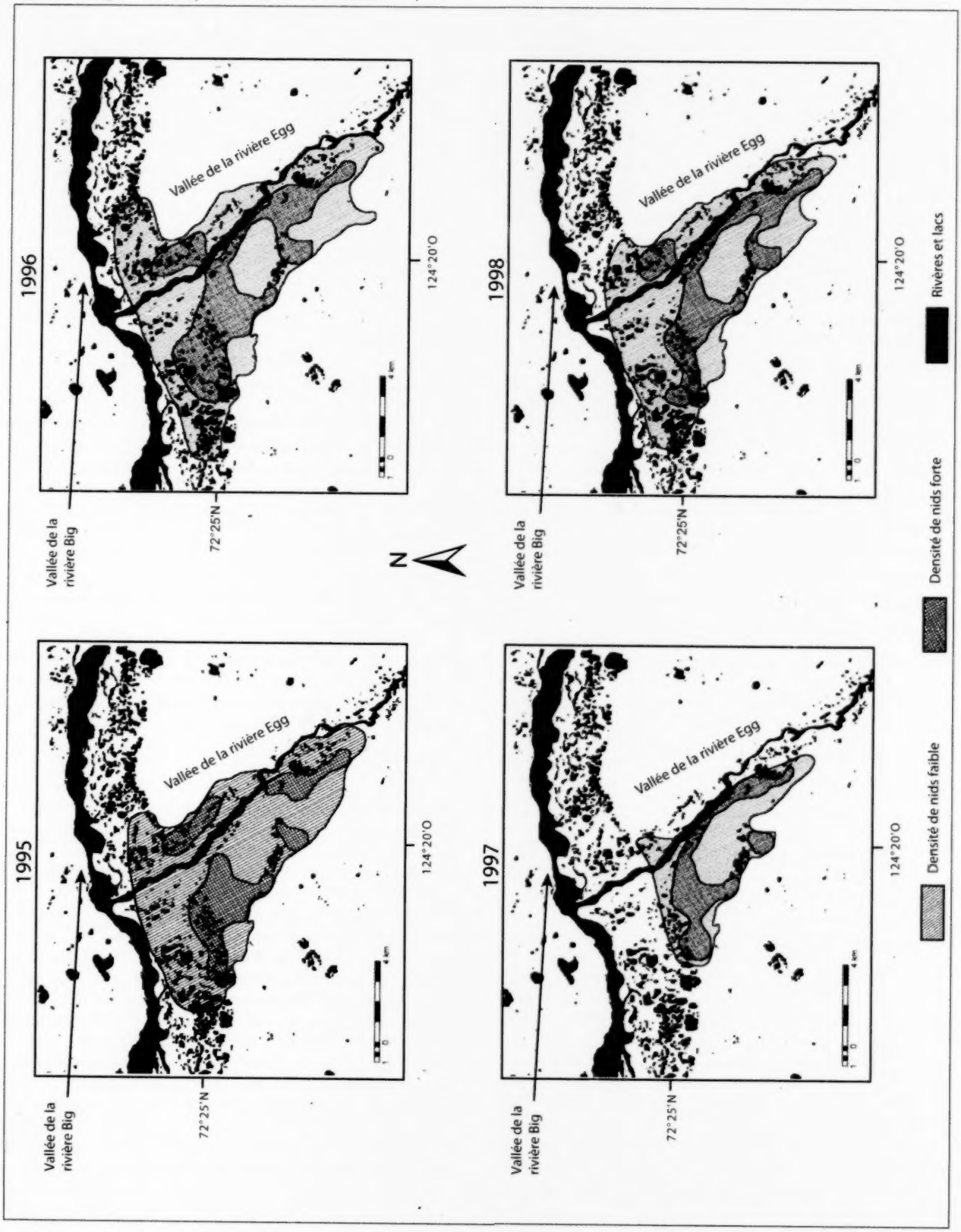
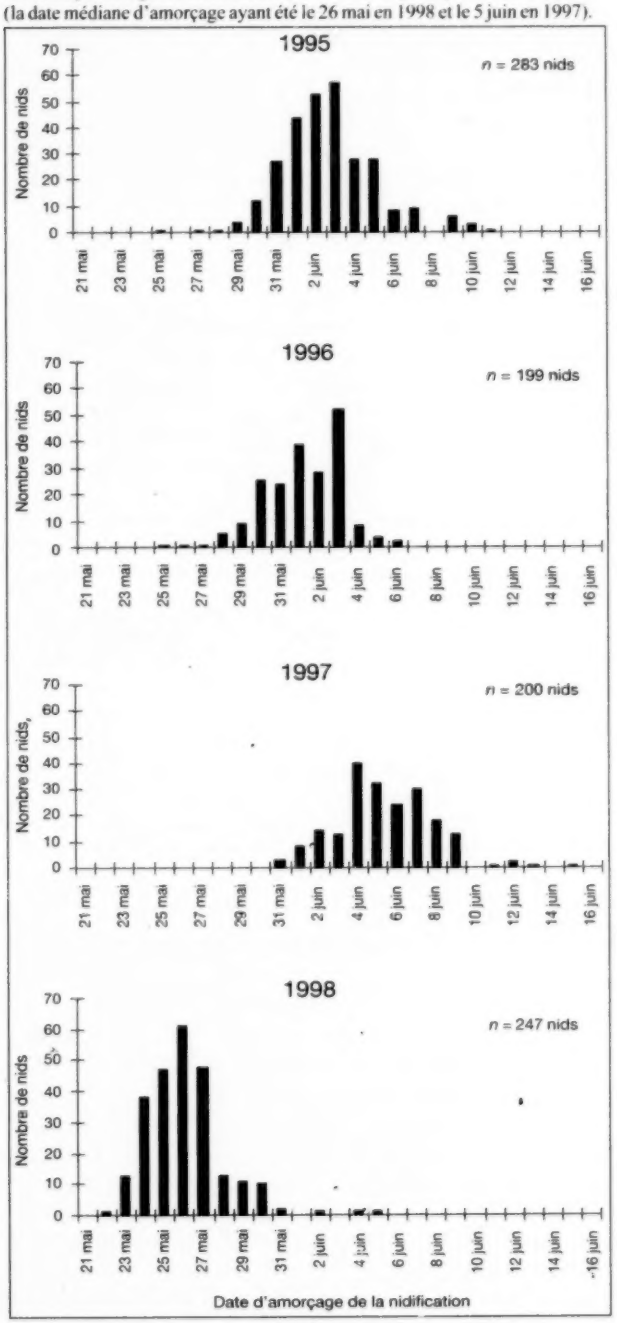


Tableau 3
Chronologie du printemps et de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998

	Chronologie du printemps			Chronologie de la nidification	
Année	Couverture de neige de 50 %	Débâcle sur la rivière Big	Première floraison de la saxifrage à feuilles opposées	Date médiane d'amorçage de la nidification	Intervalle entre l'arrivée et la date d'amorçage de la nidification
1995	3 juin	5 juin	8 juin	2 juin	~2 semaines
1996	25 mai	25 mai	31 mai	1er juin	~1 semaine
1997	8 juin	12 juin	14 juin	5 juin	~2–3 semaines
1998	20 mai	26 mai	30 mai	26 mai	~1 semaine

Figure 5
Répartition des dates d'amorçage de la nidification à la rivière Egg, 1995 à 1998. La phénologie de la nidification a varié sur 10 jours pendant ces années (la date médiane d'amorçage ayant été le 26 mai en 1998 et le 5 juin en 1997).



4.1.3 *Taille des couvées et œufs abandonnés*

La taille des couvées, qui a varié entre 3,5 et 3,8 œufs de 1995 à 1998, a été inférieure les années où la nidification a été retardée par une fonte tardive des neiges (tableau 4; figure 6). La taille des couvées était comparable à celles mesurées pour la Petite Oie des neiges à la rivière Egg en 1955 et sur l'île Wrangel, en Russie, et au lac Karrak, au Nunavut, mais elle s'est avérée légèrement inférieure à celle signalée pour cette espèce à la baie La Pérouse, au Manitoba (McEwen 1958; Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Cooke *et al.* 1995; Alisauskas, données inédites).

Les oies ont abandonné des œufs à l'extérieur des nids selon une fréquence variable au fil des années ($\chi^2_{(3)} = 52,78$, $P < 0,001$), le taux le plus élevé d'abandon des œufs ayant été relevé en 1995 et en 1997, années où la nidification a été retardée par une fonte tardive des neiges (figure 7). Nous avons calculé un taux respectif de 0,17, 0,03, 0,32 et 0,06 œuf abandonné par nid amorcé chaque année (tableau 5).

Tableau 4
Taille des couvées à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Colonie	Année	Taille moyenne des couvées ± IC de 95 %	Taille de l'échantillon (nombre de nids)
Rivière Egg	1995	3,5 ± 0,15	262
Rivière Egg	1996	3,7 ± 0,12	194
Rivière Egg	1997	3,7 ± 0,20	150
Rivière Egg	1998	3,8 ± 0,12	226
Rivière Egg[b]	1955	3,9	
Île Wrangel, Russie[c]	Non précisée	3,7	
Lac Karrak, Nunavut[d]	1991-2001	3,6[f]	
Baie La Pérouse, Manitoba[e]	1973-1991	4,2[g]	

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] McEwen 1958.
[c] Bousfield et Syroechkovskiy 1985.
[d] Alisauskas (données inédites).
[e] Cooke *et al.* 1995.
[f] La taille moyenne des couvées a varié entre 3,5 et 3,8 œufs au lac Karrak.
[g] La taille moyenne des couvées a varié entre 3,6 et 4,8 œufs à la baie La Pérouse.

Figure 6
Corrélation entre la taille des couvées et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998.

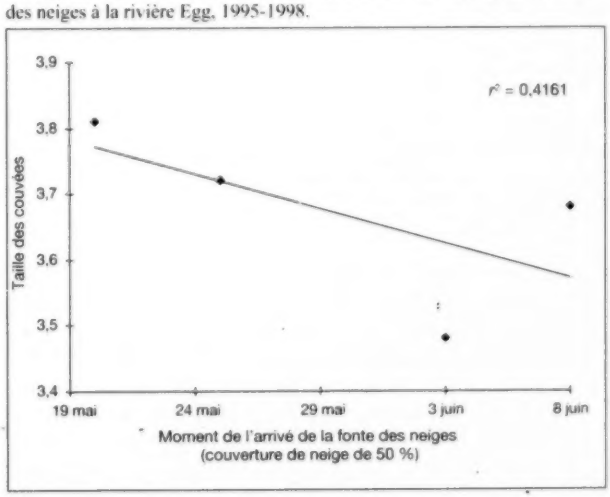


Figure 7
Corrélation entre l'abandon des œufs et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998.

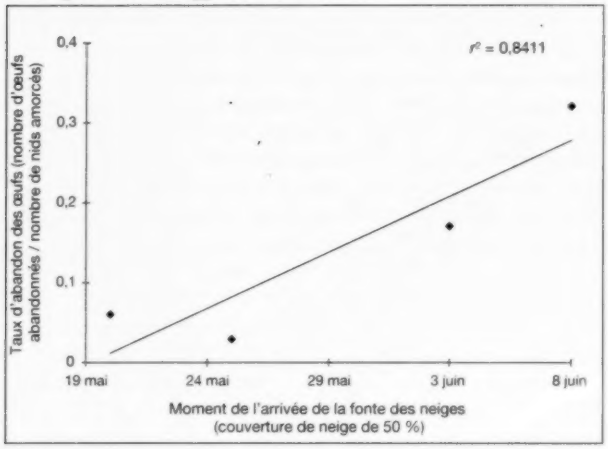


Tableau 5
Taux minimum d'abandon des œufs à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Année	Nombre d'œufs abandonnés par nid	Taille de l'échantillon (nombre d'œufs)[b]
1995	0,17	17
1996	0,03	4
1997	0,32	65
1998	0,06	15

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] Des œufs abandonnés ont respectivement été trouvés dans 10, 11, 19 et 19 parcelles d'amorçage de 1995 à 1998.

4.1.4 Succès de la nidification

Le succès de la nidification pour toute la période de nidification a varié entre 45 et 86 % de 1995 à 1998; il était en corrélation négative avec le moment de l'arrivée de la fonte des neiges (tableau 6; figure 8). Le succès de l'incubation à la rivière Egg est comparable à celui qui a été observé dans d'autres grandes colonies de Petites Oies des neiges, mais il est généralement plus élevé que celui qu'ont connu les colonies de Petites Oies des neiges comptant moins de 20 000 couples nicheurs (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Cooke *et al.* 1995; Armstrong 1998; Alisauskas, données inédites).

Le taux de survie quotidien des nichées a varié selon la période de nidification au fil des ans, ainsi que, dans une certaine mesure, à l'intérieur même de la période de nidification. Si ce taux a été, chaque année, le plus bas au moment de la ponte des œufs et le plus élevé au début et au milieu de la période d'incubation, il a par contre connu, les années où la fonte des neiges a été tardive (appelées ci-après « les années de fonte tardive »), une baisse vers la fin de la période d'incubation (tableau 7; figure 9).

4.1.5 Causes de l'échec de la nidification

Les causes de l'échec de la nidification à la rivière Egg ont été l'abandon et la déprédation des nids, la mort des femelles couveuses et l'inondation des nids (tableau 8). Les échecs dus à la mort des femelles couveuses ont été rares, et nous n'avons observé qu'une seule femelle morte sur le site de la nidification (il est toutefois possible que certaines

Tableau 6
Succès de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Colonie	Année	Succès (en %) ± IC de 95 %			Taille de l'échantillon (nombre de nids)
		Ponte des œufs	Incubation	Nidification[b]	
Rivière Egg	1995	83 ± 7	71 ± 9	59 ± 12	286
Rivière Egg	1996	93 ± 5	93 ± 6	86 ± 11	199
Rivière Egg	1997	70 ± 8	65 ± 13	45 ± 14	202
Rivière Egg	1998	86 ± 6	88 ± 7	76 ± 11	247
Grande colonies[c]					
Île Wrangel, Russie[d]	Non précisée		87[e]		
Lac Karrak, Nunavut[c]	1991-2001		81[f]		
Petites colonies[c]					
Île Wrangel, Russie[d]	Non précisée		48[g]		
Rivière Anderson, (Territoires du Nord-Ouest)[f]	1992-1993		45[h]		
Baie La Pérouse (Manitoba)[g]	1973-1991		92[i]		

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] Le succès de la nidification pour la période de nidification dans son ensemble correspond au produit du succès de la nidification tant pendant la ponte des œufs que pendant l'incubation.
[c] Nous avons défini les grandes colonies comme étant celles qui comptent plus de 20 000 couples nicheurs et les petites colonies comme étant celles qui regroupent moins de 20 000 couples nicheurs.
[d] Bousfield et Syroechkovskiy 1985.
[e] Alisauskas (données inédites).
[f] Armstrong 1998.
[g] Cooke *et al.* 1995.
[h] Le succès de l'incubation a varié entre 75 et 95 % à l'île Wrangel lorsque la colonie comptait plus de 20 000 couples nicheurs.
[i] Le succès de l'incubation a varié entre 45 et 90 % au lac Karrak.
[j] Le succès de l'incubation a varié entre 0 et 78 % à l'île Wrangel lorsque la colonie comptait moins de 20 000 couples nicheurs.
[k] Le succès de l'incubation a varié entre 5 et 85 % à la rivière Anderson.
[l] Le succès de l'incubation a varié entre 75 et 99 % à la baie La Pérouse.

Figure 8
Corrélation entre le succès de l'incubation et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à la rivière Egg, 1995-1998.

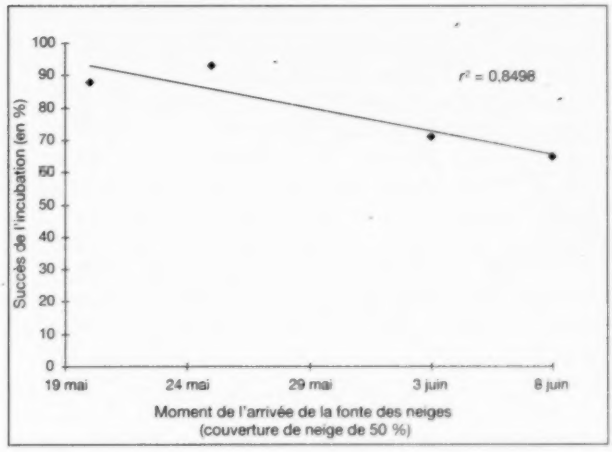


Tableau 7
Variation saisonnière du succès de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998[a]

	Taux de survie quotidiens selon la méthode de Mayfield ± IC 95 %			
Année	Ponte des œufs	Début de l'incubation	Milieu de l'incubation	Fin de l'incubation
1995	0,948 ± 0,02	0,995 ± 0,003	0,993 ± 0,004	0,965 ± 0,010
1996	0,981 ± 0,02	0,999 ± 0,001	0,997 ± 0,003	0,994 ± 0,004
1997	0,906 ± 0,03	0,988 ± 0,006	0,985 ± 0,007	0,971 ± 0,012
1998	0,962 ± 0,02	0,996 ± 0,003	0,995 ± 0,003	0,992 ± 0,005

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).

femelles se soient déplacées ailleurs avant de mourir, ou encore que leur corps ait été emporté par des charognards). L'inondation des nids a aussi été relativement rare, puisqu'elle n'a été observée que lors de la période de ponte des œufs de 1995 et de 1997, où respectivement 2 et 13 % des échecs de nidification lui ont été attribués. La proportion minimale d'échecs de la nidification dus à l'abandon a varié entre 6 et 13 % de 1995 à 1998. Il nous a été impossible de faire la différence entre l'abandon et la déprédation des nids dans 78 à 94 % des cas, car nous n'avons pas pu déterminer si les œufs manquants avaient été pris par des prédateurs ou emportés par des charognards après l'abandon du nid (tableau 8).

4.1.6 Mortalité des adultes nicheurs

Nous avons estimé que de 4 300 à 8 600 Petites Oies des neiges adultes sont mortes à la rivière Egg pendant la période de nidification de 1996 à 1998 (tableau 9). La mortalité de 2 200 oies adultes qui a été établie pour la rivière Egg en 1995 constitue une estimation du nombre minimum d'oies mortes, car les oiseaux morts n'ont pas été inventoriés avec précision cette année-là (seules les carcasses ayant une apparence fraîche ont fait l'objet d'un échantillonnage). La mortalité des oies pendant la période de nidification semble en corrélation négative avec le moment de l'arrivée de la fonte des neiges, puisqu'elle a été plus élevée l'année

Figure 9
Taux relatif de survie des nichées de Petites Oies des neiges et nombre projeté d'oies nicheuses à la rivière Egg, 1995-1998. Le nombre projeté d'oies nicheuses a été calculé à partir d'estimations du nombre d'oies amorçant l'incubation et d'estimations des taux de survie quotidiens des nichées. La ponte des œufs est représentée par une incubation négative. La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998.

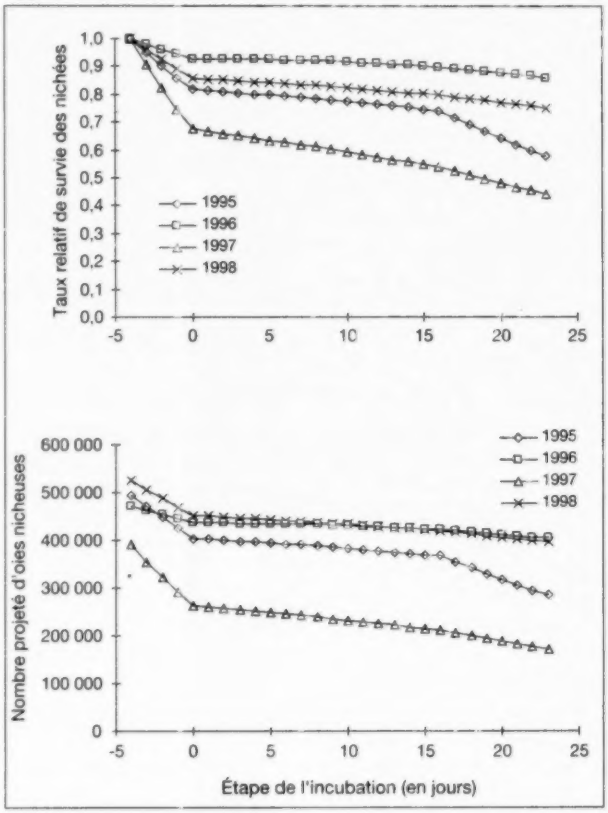


Tableau 8
Causes de l'échec de la nidification à la rivière Egg, 1995-1998

Année	Abandon (en %)	Mort des femelles couveuses (en %)	Innondation des nids[a] (en %)	Abandon et déprédation des nids[b] (en %)	Taille de l'échantillon[c] (nombre de nids)
1995	13	2	2	83	46
1996	6	0	0	94	16
1997	9	0	13	78	23
1998	9	0	0	91	22

[a] L'inondation des nids était attribuable à la fonte printanière des neiges.
[b] Il nous a été impossible de faire la différence entre l'abandon et la déprédation des nids dans la plupart des cas, car nous n'avons pas pu déterminer si les œufs manquants avaient été pris par des prédateurs ou emportés par des charognards après l'abandon du nid.
[c] Les causes de l'échec de la nidification ont été examinées dans 13 parcelles d'amorçage en 1995 et dans 11 parcelles d'amorçage de 1996 à 1998.

où la fonte a été tardive (1997) que les années où elle a été hâtive (1996 et 1998). Le nombre d'oiseaux morts a représenté de 1 à 3,3 % de la population nicheuse de 1996 à 1998 (tableau 9). À des fins de comparaison, nous avons inclus les estimations de Samuel *et al.* (1999) de 29 300 et 19 300 oies adultes mortes respectivement en 1995 et en 1996. La chronologie de la mortalité lors de la période de nidification a varié d'une année à l'autre; en 1997, la plupart

des oies sont mortes au moment de la ponte des œufs et au début de la période d'incubation, alors que, en 1996 et en 1998, la plupart des oies sont mortes vers la fin de cette période (figure 10).

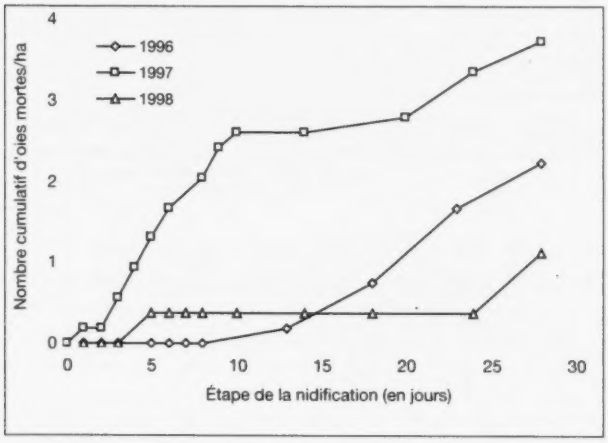
Le National Wildlife Health Center de Madison, au Wisconsin, a confirmé la présence de la bactérie responsable du choléra aviaire, *Pasteurella multocida*, dans 12 carcasses sur 38 et dans 19 carcasses sur 40 examinées respectivement en 1995 et en 1996 (voir Samuel *et al.* 1999). Le Centre canadien coopératif de la santé de la faune de Saskatoon, en Saskatchewan, a confirmé la présence de *P. multocida* dans 4 carcasses sur 15 et 3 carcasses sur 10 examinées respectivement en 1997 et en 1998. Cependant, la proportion d'oies mortes des suites du choléra aviaire pourrait avoir été beaucoup plus élevée, car les analyses ont été effectuées entre 1 et 2 mois après la mort des oiseaux, ce qui peut réduire la capacité de détecter la bactérie qui est à la source de la maladie (Samuel *et al.* 1999).

Tableau 9
Mortalité des Petites Oies des neiges nicheuses à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Année	Nombre d'oies mortes ± IC de 95 %	Proportion d'oies mortes (en %)
1995[b]	2 200 ± 1 900	0,5
1996	6 300 ± 6 900	1,4
1997	8 600 ± 4 800	3,3
1998	4 300 ± 2 800	1,0
Estimation de Samuel *et al.* (1999) pour 1995	29 300	7,3
Estimation de Samuel *et al.* (1999) pour 1996	19 300	4,4

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] Seuls les oiseaux dont la mort était récente ont été échantillonnés en 1995, de sorte que notre estimation de la mortalité des oies adultes correspond à un nombre minimum d'oiseaux morts cette année-là (voir la section 3.1.1).

Figure 10
Nombre cumulatif de Petites Oies des neiges mortes à la rivière Egg, 1996-1998 (l'année 1995 a été exclue, car la mortalité des oies n'a pas été mesurée avec précision en 1995). La ponte des œufs comprend les 5 premiers jours de la nidification, tandis que l'incubation correspond aux 23 derniers jours de la nidification. La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1997 par rapport à 1996 et 1998.



4.1.7 Éclosion

Il a été estimé que le pic d'éclosion aurait eu lieu respectivement, de 1995 à 1998, le 30 juin, le 29 juin, le 2 juillet et le 22 juin. Cela correspond tout à fait aux observations établissant que nombre d'œufs étaient en éclosion les 28 et 29 juin 1995 et que de nombreux oisons quittaient la colonie entre le 29 juin et le 1er juillet en 1996, entre le 2 et le 5 juillet en 1997 et entre le 22 et le 25 juin en 1998. En 1995, au début de la période d'éclosion, le temps était froid et humide, ce qui a forcé les oies à demeurer sur leur nid jusqu'au redoux du 30 juin. En 1996, les conditions météorologiques ont été bonnes durant toute la période d'éclosion. En 1997, le temps a été principalement nuageux pendant la période d'éclosion, avec de la brume et de la pluie légère (il y a même eu, durant le nuit du 4 au 5 juillet 1997, de la pluie verglaçante). Enfin, en 1998, exception faite des averses de pluie durant la nuit du 24 juin, les conditions météorologiques ont été dans l'ensemble favorables lors de la période d'éclosion.

4.1.8 Taille des nichées à l'éclosion

La taille des nichées à l'éclosion a varié d'une année à l'autre, puisqu'elle s'est située entre 3,1 et 3,6 oisons de 1995 à 1998 (tableau 10). Il y avait une corrélation négative entre le nombre d'oisons par nichée et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges. Leur nombre a ainsi été inférieur en 1995 et en 1997, des années où la nidification a été retardée par l'arrivée tardive de la fonte des neiges. La taille des nichées à l'éclosion était comparable à celle observée à la rivière Egg en 1955 (McEwen 1958) et à la taille moyenne des nichées à l'éclosion à la baie La Pérouse, au Manitoba (Cooke *et al.* 1995).

4.1.9 Abondance des renards arctiques et d'autres prédateurs

L'abondance des renards arctiques a varié d'une année à l'autre; ils ont fréquenté davantage la colonie en 1997 et en 1998 qu'en 1995 et en 1996 ($\chi^2_{(3)} = 70{,}68$, $P < 0{,}001$; figure 11). Au cours des 4 années de l'étude, nous avons observé respectivement 24 renards sur 430 km parcourus ($n = 31$ jours), 19 renards sur 400 km parcourus ($n = 30$ jours), 75 renards sur 329 km parcourus ($n = 29$ jours) et 61 renards sur 395 km parcourus ($n = 32$ jours). Le pic d'abondance des renards a suivi de 1 an celui de l'abondance des lemmings (figure 11). Nous n'avons relevé aucune relation apparente entre l'abondance des renards et l'abondance (au moment de l'étude ou antérieurement) des oies.

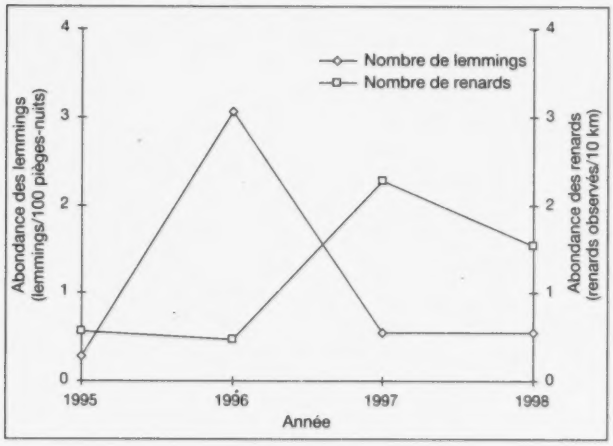
Le nombre de Goélands bourgmestres nicheurs est demeuré constant ou légèrement en croissance durant toute l'étude. Au total, nous avons relevé respectivement 51, 64, 68 et 80 nids chaque année. Tel qu'indiqué plus haut, il est toutefois possible que, en 1995 et en 1996, alors que nous ne connaissions pas encore les lacs où nichent les goélands, certains de leurs nids soient passés inaperçus.

Tableau 10
Taille des nichées à l'éclosion à la rivière Egg, 1995-1998[a]

Colonie	Année	Taille des nichées ± IC de 95 %	Taille de l'échantillon (nombre de nichées)	Diminution pendant la nidification[b] (en %)
Rivière Egg	1995	3,2 ± 0,12	554	9
Rivière Egg	1996	3,6 ± 0,09	583	3
Rivière Egg	1997	3,1 ± 0,14	395	16
Rivière Egg	1998	3,5 ± 0,11	429	8
Rivière Egg[c]	1955	3,3		15
Baie La Pérouse, (Manitoba)[d]	1973-1991	3,6[e]		14

[a] La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1995 et en 1997 par rapport à 1996 et 1998 (voir le tableau 3).
[b] La diminution observée dans le cours de la nidification a été calculée comme suit : [(nombre d'œufs – nombre d'oisons)/nombre d'œufs] × 100 (voir le tableau 4 pour obtenir le nombre d'œufs).
[c] McEwen 1958.
[d] Cooke *et al.* 1995.
[e] La taille des nichées à l'éclosion a varié entre 3,1 et 4,3 oisons par nichée à la baie La Pérouse.

Figure 11
Abondance des lemmings et des renards arctiques à la rivière Egg, 1995-1998. L'abondance des lemmings à la rivière Egg a suivi des cycles semblables à ceux observés à d'autres endroits sur l'île Banks, bien qu'elle ait semblé de moindre amplitude (N. Larter, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et du Développement économique, gouvernement des territoires du Nord-Ouest, Fort Simpson, communication personnelle; voir également Krebs *et al.* [2002]).



Outre les renards arctiques et les Goélands bourgmestres, des Labbes pomarins et des Labbes à longue queue ont fréquenté la colonie pendant toutes les années de l'étude. Nous avons confirmé 2 tentatives de reproduction par des Labbes à longue queue en 1996 et 1 tentative en 1997. Nous avons observé des loups dans la colonie ou à proximité de celle-ci à 2 reprises en 1995 (2 loups la première fois et 4 la seconde), et nous avons aperçu 2 loups à environ 1 km de la colonie en 1998. Aucun loup n'a été aperçu dans la colonie ou à proximité de celle-ci en 1996 et en 1997.

Les incidences humaines, au-delà de nos propres activités, ont été mineures durant toutes les années de l'étude et limitées du fait que la colonie n'était accessible qu'en autoneige; pour ce qui est des groupes qui recueillaient des œufs et des oies, nous en avons aperçu 1 ou 2 en 1995, aucun en 1996, de 5 à 10 en 1997 et 1 en 1998.

4.1.10 Abondance des lemmings

L'abondance des lemmings a varié d'une année à l'autre; ayant atteint un pic en 1996, elle est par ailleurs demeurée faible les autres années ($G_{(3)} = 13,98$, $P < 0,005$). Nous avons capturé chaque année de l'étude respectivement 1 lemming en 360 pièges-nuits, 11 lemmings en 359 pièges-nuits, 2 lemmings en 360 pièges-nuits et 2 lemmings en 360 pièges-nuits. Quoique ayant semblé de moindre amplitude, l'abondance des lemmings à la rivière Egg a suivi celle mesurée à d'autres endroits de l'île Banks (N. Larter, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et du Développement économique, gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Fort Simpson, communication personnelle; voir aussi Krebs *et al.* 2002).

4.2 Écologie de l'élevage des oisons

4.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons

Nous avons estimé que, de 1996 à 1998, 503 000, 644 000 et 441 000 Petites Oies des neiges adultes se sont respectivement réparties dans l'ensemble du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks pendant la saison d'élevage des oisons (tableau 11; figure 12). Ces chiffres étaient semblables à notre estimation du nombre d'oies ayant niché à la rivière Egg en 1996 et en 1998, mais, par rapport à 1997, une année de fonte tardive, ils représentaient 380 000 oies de plus que le nombre d'oies nicheuses que nous avions estimé à la rivière Egg (tableau 1). De même, la tendance à nidifier semblait être en corrélation négative avec le moment de l'arrivée de la fonte des neiges (figure 13), ce qui venait corroborer le fait qu'un plus grand nombre d'oies non reproductrices sont observées lors des années de fonte tardive. Nous avons estimé que, en 1997, si les 3 parcelles d'échantillonnage non représentatives (soit 682 000 oies adultes de plus que le nombre estimé de celles qui ont niché à la rivière Egg cette année-là) sont prises en compte, 946 000 (±100 000) oies adultes se répartissaient dans l'ensemble du refuge.

Les oies ayant nidifié avec succès (c.-à-d. les oies avec des d'oisons) se trouvaient plus près de la rivière Egg que les oies non reproductrices et reproductrices en échec; les plus fortes densités d'oies avec des oisons ont été enregistrées dans les vallées fluviales partant de la rivière Lennie jusqu'à la rivière Storkerson (tableau 12). Comparativement à 1995 et à 1997, les oisons se sont dispersés plus loin de la colonie en 1996 et en 1998, alors que les vallées fluviales entre les rivières Kellet et Satchik affichaient une forte densité d'oies reproductrices. En 1998, de fortes densités d'oies reproductrices ont également été relevées dans le delta de la rivière Bernard, à environ 125 km au nord de la rivière Egg. Les oisons qui se trouvaient le plus loin de la rivière Egg étaient à environ 135 km tant en 1996 qu'en 1998 (à la confluence des rivières Egina et Bernard). Même si la densité d'oies reproductrices y était faible, les hautes terres ont accueilli, du simple fait de leur vaste étendue (80 % de la région étudiée), le plus grand nombre d'oisons et d'oies reproductrices de 1996 à 1998.

Tableau 11
Nombre de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998[a,b]

Endroit	Nombre d'oies ± IC de 95 %			
	1995	1996	1997	1998
Oies adultes avec des oisons				
Rivière Kellett	980 ± 2 100	2 030 ± 1 030	60 ± 120	3 980 ± 4 060
Rivière Lennie	2 820 ± 1 990	3 240 ± 1 360	1 160 ± 780	2 080 ± 1 700
Rivières Big et Sea Otter	38 130 ± 6 740	28 180 ± 7 290	30 800 ± 8 930	29 000 ± 8 510
Rivière Storkerson	18 720 ± 3 870	20 910 ± 7 170	14 920 ± 6 280	19 040 ± 6 790
Rivière Satchik	630 ± 380	4 080 ± 1 280	190 ± 390	2 980 ± 2 320
Delta de la rivière Bernard	0 ± 0	970 ± 960	0 ± 0	17 380 ± 10 290
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	11 130 ± 8 140	6 130 ± 11 760	48 340 ± 28 330
Hautes terres	Aucune donnée	226 900 ± 104 730	38 670 ± 60 370	165 600 ± 99 040
Total	Don. incompl.	297 420 ± 12 660	91 930 ± 16 120	288 390 ± 28 630
Oisons				
Rivière Kellet	650 ± 1 300	2 010 ± 750	10 ± 20	1 760 ± 1 440
Rivière Lennie	1 340 ± 730	2 750 ± 920	220 ± 190	1 470 ± 1 560
Rivières Big et Sea Otter	33 050 ± 4 470	28 960 ± 8 630	24 750 ± 7 550	27 450 ± 7 290
Rivière Storkerson	18 050 ± 3 650	18 430 ± 3 770	7 890 ± 2 830	20 680 ± 6 860
Rivière Satchik	430 ± 230	4 190 ± 1 130	10 ± 20	2 620 ± 1 840
Delta de la rivière Bernard	0 ± 0	730 ± 490	0 ± 0	11 370 ± 11 620
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	8 470 ± 5 780	820 ± 1 420	51 300 ± 24 610
Hautes terres	Aucune donnée	246 520 ± 118 580	37 380 ± 59 080	183 240 ± 105 450
Total	Don. incompl.	312 060 ± 11 030	71 070 ± 8 600	299 890 ± 25 700
Oies non reproductrices et reproductrices en échec				
Rivière Kellet	1 260 ± 2 660	100 ± 200	2 650 ± 4 580	70 ± 160
Rivière Lennie	710 ± 900	40 ± 70	2 150 ± 2 010	240 ± 480
Rivières Big et Sea Otter	7 600 ± 4 330	5 550 ± 3 630	21 500 ± 14 970	8 670 ± 7 380
Rivière Storkerson	12 560 ± 9 680	5 020 ± 5 140	37 670 ± 22 100	10 270 ± 9 250
Rivière Satchik	3 020 ± 1 770	470 ± 630	4 660 ± 3 170	1 670 ± 1 810
Delta de la rivière Bernard	40 280 ± 28 300	26 720 ± 31 700	67 680 ± 57 990	25 840 ± 17 850
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	6 330 ± 11 180	59 550 ± 83 560	17 460 ± 35 830
Hautes terres	Aucune donnée	161 270 ± 202 190	355 980 ± 641 090	88 010 ± 100 820
Total	Don. incompl.	205 500 ± 28 650	551 840 ± 99 390	152 230 ± 36 430
Toutes les oies adultes				
Rivière Kellet	2 240 ± 4 760	2 130 ± 980	2 710 ± 4 560	4 050 ± 4 070
Rivière Lennie	3 530 ± 2 800	3 270 ± 1 360	3 310 ± 2 290	2 320 ± 1 980
Rivières Big et Sea Otter	45 730 ± 7 690	33 720 ± 8 000	52 300 ± 17 210	37 670 ± 10 530
Rivière Storkerson	31 280 ± 11 990	25 920 ± 11 050	52 590 ± 20 350	29 300 ± 14 640
Rivière Satchik	3 650 ± 1 800	4 550 ± 1 000	4 860 ± 3 040	4 650 ± 2 530
Delta de la rivière Bernard	40 280 ± 28 300	27 690 ± 31 160	67 680 ± 57 990	43 220 ± 9 150
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	17 460 ± 17 640	65 680 ± 83 930	65 800 ± 49 060
Hautes terres	Aucune donnée	388 170 ± 264 000	394 640 ± 636 340	253 610 ± 144 160
Total	Don. incompl.	502 920 ± 33 160	643 770 ± 99 710	440 620 ± 47 090

[a] Les hautes terres n'ont pas été échantillonnées en 1995.
[b] L'écart entre le total des oies et la somme du nombre d'oies pour chaque strate est dû à l'arrondissement des chiffres.

Figure 12
Nombre de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1996-1998 (nous n'avons pas été en mesure d'estimer le nombre d'oies en 1995, car les hautes terres n'ont pas été échantillonnées cette année-là). La nidification a été retardée d'environ 1 semaine en 1997 par rapport à 1996 et 1998.

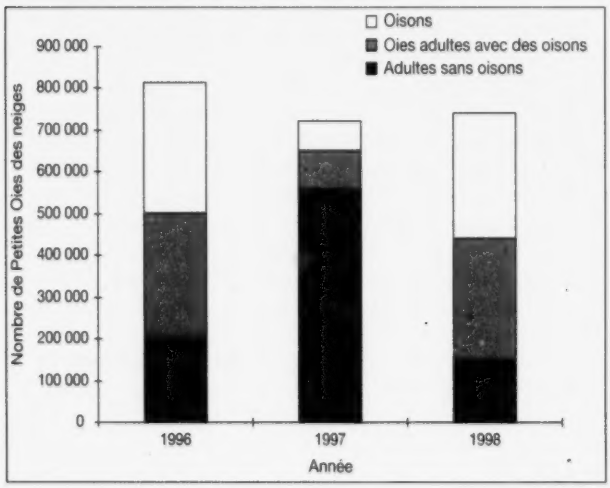
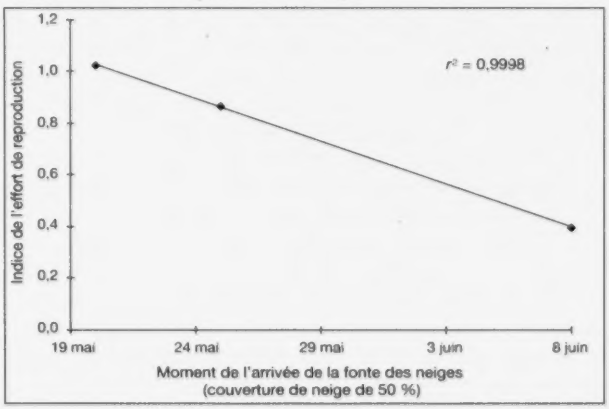


Figure 13
Corrélation entre l'indice de l'effort de reproduction et le moment de l'arrivée de la fonte des neiges à l'île Banks, 1996-1998. Nous avons calculé le ratio du nombre d'oies nicheuses à la rivière Egg et du nombre d'oies observées dans les aires d'élevage des oisons pour déterminer l'indice de l'effort de reproduction. Cet indice pourrait être surévalué, car il est possible que les relevés aériens n'aient pas permis d'inventorier tous les secteurs occupés par les oies pendant la saison d'élevage des oisons (p. ex. Barry [1960] a observé des oies non reproductrices et reproductrices en échec à la rivière Thomsen dans la partie nord de l'île).



Les oies non reproductrices et reproductrices en échec se sont déplacées vers le nord, et plus loin de la rivière Egg que les oies avec des oisons, leurs plus fortes densités ayant été enregistrées dans le delta de la rivière Bernard, à environ 125 km au nord de la rivière Egg (tableau 12). En 1995 et en 1997, des années de fonte tardive, le succès de la nidification a été faible et plus d'oiseaux non reproducteurs et reproducteurs en échec que d'oiseaux reproducteurs ont été observés lors des relevés aériens (tableau 11). Tel fut particulièrement le cas en 1997, alors que de fortes densités et une grande abondance d'oies non reproductrices et reproductrices en échec ont été relevées dans le delta de la rivière Bernard et dans les hautes terres.

4.2.2 Indice de survie des oisons

La population des oisons observés lors des relevés aériens a varié entre 27 et 44 % de la population des oisons qui, selon les estimations, avait quitté la rivière Egg de 1996 à 1998 (tableau 13); en d'autres termes, on estime que plus de la moitié des oisons sont morts au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion. L'indice de survie des oisons âgés de 2 à 3 semaines sur l'île Banks était semblable à celui obtenu pour les oisons de Petites Oies des neiges ayant atteint l'âge de 4 à 5 semaines au lac Karrak, au Nunavut, et à la baie La Pérouse, au Manitoba (Williams *et al.* 1993; Slattery 1994).

4.2.3 Proportion d'oies bleues

Le pourcentage d'oies bleues était respectivement de 0,36 % (±0,08 %), 0,28 % (±0,09 %), 0,26 % (±0,06 %) et 0,47 % (±0,11 %) de tous les adultes observés lors des relevés aériens de 1995 à 1998. Nous avons estimé que, pour les 4 années de l'étude combinées, dans 0,33 % (±0,02 %) des cas, la coloration des oies adultes observées lors des relevés aériens était de forme bleue (n = 78 362 oies adultes).

4.3 Taux de croissance de la population

Le taux de croissance annuel (λ) de la population nicheuse de la rivière Egg s'est élevé à 1,042 (±0,014) de 1953 à 1998 (r^2 = 0,85) et à 1,045 (±0,025) de 1976 à 1998 (r^2 = 0,75). Il s'agissait là de taux inférieurs, se chevauchant à peine, aux taux de croissance annuels de 1,109 (±0,056) et de 1,076 (±0,058) mesurés respectivement chez les Oies de Ross (*Chen rossii*) et chez les Petites Oies des neiges du lac Karrak, au Nunavut (Alisauskas 2001), et inférieurs d'au moins 5 % au taux de croissance annuel obtenu pour la population mi-continentale de Petites Oies des neiges (Abraham et Jefferies 1997). Le taux annuel de variation de la taille de la population nicheuse a oscillé entre 0,61 et 1,71 de 1995 à 1998, tandis que celui de la population adulte présente dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks s'est situé entre 0,68 et 1,29 de 1996 à 1998 (tableau 14). Par ailleurs, les taux annuels de variation de la taille de la population nicheuse et de la population adulte présente dans les aires d'élevage des oisons ont manifesté des tendances opposées, et il ne semble pas qu'il y ait eu de corrélation quant à l'amplitude entre les variations d'un paramètre et celles de l'autre.

Tableau 12
Densité de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998[a]

	Densité d'oies (oiseaux/km² ± IC de 95 %)			
Endroit	1995	1996	1997	1998
Oies adultes avec des oisons				
Rivière Kellet	11 ± 25	23 ± 14	1 ± 2	45 ± 53
Rivière Lennie	49 ± 48	56 ± 33	20 ± 19	36 ± 38
Rivières Big et Sea Otter	41 ± 8	30 ± 8	33 ± 10	31 ± 10
Rivière Storkerson	34 ± 8	38 ± 14	27 ± 12	35 ± 13
Rivière Satchik	7 ± 6	48 ± 19	2 ± 6	35 ± 32
Delta de la rivière Bernard	0 ± 0	3 ± 4	0 ± 0	61 ± 38
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	7 ± 5	4 ± 7	30 ± 18
Hautes terres	Aucune donnée	16 ± 7	3 ± 4	11 ± 7
Oisons				
Rivière Kellet	7 ± 16	22 ± 10	0,1 ± 0,3	20 ± 19
Rivière Lennie	23 ± 17	47 ± 22	4 ± 5	25 ± 35
Rivières Big et Sea Otter	36 ± 5	31 ± 10	27 ± 9	30 ± 8
Rivière Storkerson	33 ± 7	34 ± 7	14 ± 6	38 ± 13
Rivière Satchik	5 ± 4	50 ± 16	0,1 ± 0,3	31 ± 26
Delta de la rivière Bernard	0 ± 0	3 ± 2	0 ± 0	40 ± 43
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	5 ± 4	1 ± 1	31 ± 15
Hautes terres	Aucune donnée	17 ± 8	3 ± 4	13 ± 7
Oies non reproductrices et reproductrices en échec				
Rivière Kellet	14 ± 32	1 ± 3	30 ± 62	1 ± 2
Rivière Lennie	12 ± 21	1 ± 2	37 ± 48	4 ± 11
Rivières Big et Sea Otter	8 ± 5	6 ± 4	23 ± 17	9 ± 8
Rivière Storkerson	23 ± 19	9 ± 10	69 ± 43	19 ± 18
Rivière Satchik	36 ± 28	6 ± 9	55 ± 46	20 ± 25
Delta de la rivière Bernard	142 ± 107	94 ± 117	239 ± 214	91 ± 66
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	4 ± 7	36 ± 52	11 ± 2 2
Hautes terres	Aucune donnée	11 ± 14	25 ± 45	6 ± 7
Toutes les oies adultes				
Rivière Kellet	25 ± 57	24 ± 13	30 ± 62	45 ± 53
Rivière Lennie	61 ± 67	56 ± 32	57 ± 55	40 ± 45
Rivières Big et Sea Otter	49 ± 9	36 ± 9	56 ± 20	41 ± 12
Rivière Storkerson	57 ± 23	47 ± 21	96 ± 40	54 ± 28
Rivière Satchik	43 ± 28	54 ± 15	58 ± 44	55 ± 35
Delta de la rivière Bernard	142 ± 107	98 ± 115	239 ± 214	153 ± 34
Reste de la rivière Bernard	Aucune donnée	11 ± 11	40 ± 52	40 ± 30
Hautes terres	Aucune donnée	27 ± 18	27 ± 44	18 ± 10

[a] Les hautes terres n'ont pas été échantillonnées en 1995.

Tableau 13
Indice de survie des oisons au cours des 2 à 3 semaines suivant l'éclosion chez les Petites Oies des neiges de l'île Banks, 1996-1998[a]

Endroit	Année	Indice de survie (en %) (précision de l'estimation)	Nombre de jours après le pic d'éclosion
Rivière Egg	1996	43 (33-56)	10-12
Rivière Egg	1997	27 (14-52)	16-19
Rivière Egg	1998	44 (31-60)	20-23
Lac Karrak, Nunavut[b]	1991-1992	33-50	~28
Baie La Pérouse (Manitoba)[c]	1973-1991	35-65[d]	~35

[a] Les aires d'élevage des oisons n'ont pas été entièrement inventoriées en 1995, de sorte que nous n'avons pas été en mesure d'estimer l'indice de survie des oisons cette année-là.
[b] Slattery 1994.
[c] Williams *et al.* 1993.
[d] L'indice de survie des oisons est passé de quelque 65 % à environ 35-40 % lorsque la disponibilité de nourriture a diminué à la baie La Pérouse (Williams *et al.* 1993).

Tableau 14
Taux annuel de variation de la taille de la population (λ) de Petites Oies des neiges nicheuses à la rivière Egg et de Petites Oies des neiges adultes présentes dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998

Années	λ pour la population nicheuse ±IC de 95 %	λ pour la population adulte présente dans les aires d'élevage des oisons ± IC de 95 %
De 1995 à 1996	1,08 ± 0,31	Aucune donnée
De 1996 à 1997	0,61 ± 0,17	1,29 ± 0,05
De 1997 à 1998	1,71 ± 0,47	0,68 ± 0,02

4.4 Incidence du broutage

4.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg

Le sol à la colonie de la rivière Egg était couvert à 66,8 % (±2,0 %) par de la végétation entre le 29 juin et le 1er juillet 1998 (annexe 2). Le reste était constitué de sol nu et de petits plans d'eau (de <10 m de largeur et trop petits pour paraître sur une carte à l'échelle de 1:50 000), qui couvraient respectivement 33,0 % (±2,0 %) et 0,2 % (±0,2 %) du terrain. Les groupes de plantes les plus fréquents, avec leur couvert, étaient les dryades à feuilles entières (*Dryas* spp.), 21,5 % (±1,8 %), les mousses (Bryophytes), 21,2 % (±1,8 %), et les saules (*Salix* spp.), 15,2 % (±1,6 %). Les plantes graminoïdes (familles des Graminées et des Cypéracées) couvraient 3,8 % (±0,8 %) du sol, alors que le séneçon des marais (*Senecio congestus*) couvrait 0,9 % (±0,4 %) du sol.

Il y avait une corrélation négative entre le couvert végétal à la colonie de la rivière Egg et la densité d'oies nicheuses ($F_{(1,72)} = 6,22$, $P = 0,01$, $r^2 = 0,080$), alors que le couvert de séneçon des marais et la densité d'oies nicheuses affichaient une corrélation positive ($F_{(1,72)} = 17,67$, $P < 0,001$, $r^2 = 0,20$).

4.4.2 Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons

La disponibilité des plantes graminoïdes sur les berges de lac a varié entre 0,6 et 94,5 g/m² et présenté une corrélation négative par rapport à leur consommation par les oies, comme l'a démontré le modèle permettant de décrire le mieux la disponibilité des plantes graminoïdes, soit celui qui ne tient compte que des déjections d'oies ($w_i = 0,99$, $r^2 = 0,53$; tableau 15; figure 14). La disponibilité des plantes graminoïdes était constante d'un site à l'autre (c.-à-d. à la rivière Big, à la rivière Storkerson, à la rivière Bernard et dans les hautes terres) et leur consommation par les oies avait des effets semblables d'un endroit à l'autre, comme l'ont illustré les modèles prenant en compte l'emplacement et une interaction entre les déjections d'oies et l'emplacement >2 unités de CIA*c* du meilleur modèle.

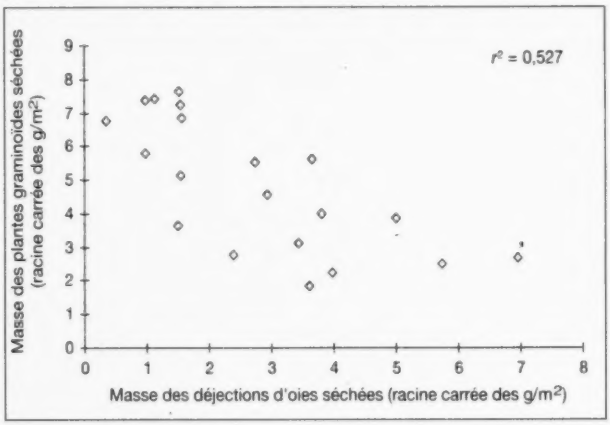
La quantité de déjections d'oies ($t_{(4)} = 1,59$, $P = 0,19$) et la disponibilité des plantes graminoïdes ($t_{(4)} = 1,45$, $P = 0,22$) étaient semblables sur les berges de lac et dans les fens de neige tardive de la vallée de la rivière Big, ce qui démontre que la disponibilité et la consommation par les oies des plantes graminoïdes étaient semblables pour ces 2 habitats. Les déjections d'oies tendaient cependant à être plus abondantes sur les berges de lac que dans les fens de neige tardive (11,5 ± 15,2 contre 2,0 ± 3,7 g/m² respectivement), alors que cette tendance était inversée pour ce qui est de la disponibilité des plantes graminoïdes (30,2 ± 22,3 contre 60;0 ± 32,1 g/m² respectivement).

Tableau 15
Sélection de modèles pour décrire la variation de la disponibilité des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks en 1998[a,b]

Modèle[c]	K	CIA*c*	Δ	w_i	r^2
Déjections d'oies (−)	3	18,4	0	0,99	0,53
Déjections d'oies (−), Emplacement	6	27,4	9,0	0,01	0,57
Aucun effet (c.-à-d. variation autour de la moyenne générale)	2	30,6	12,2	<0,01	s/o
Emplacement	5	37,7	19,3	<0,01	0,12
Déjections d'oies (−) | Emplacement	10	46,4	27,0	<0,01	0,70

[a] Le présent tableau indique le nombre de paramètres du modèle (K), les valeurs du critère d'information d'Akaike corrigé pour les petits échantillons (CIA*c*), l'écart entre chaque modèle et le meilleur modèle (Δ$_i$), la pondération du modèle (w_i) et l'ajustement du modèle (r^2).
[b] Une transformation racine carrée de la masse des déjections d'oies et des plantes graminoïdes séchées a été appliquée afin d'obtenir la meilleure approximation linéaire.
[c] Les effets des variables continues des modèles sont indiqués entre parenthèses.

Figure 14
Relation entre la disponibilité et la consommation par les oies des plantes graminoïdes sur les berges de lac du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, juillet 1998. Une transformation racine carrée de la masse des déjections d'oies et des plantes graminoïdes séchées a été appliquée afin d'obtenir la meilleure approximation linéaire. La disponibilité des plantes graminoïdes a varié entre 0,6 et 94,5 g/m².



4.5 État physique des oies

Les Petites Oies des neiges femelles adultes portaient, en moyenne, 106 g (±8,5 g) de gras abdominal et 699 g (±37 g) de gésier et de muscles de la poitrine et des pattes à leur arrivée sur l'île Banks ($n = 6$ femelles en 1997 et 12 femelles en 1998; annexe 3). En termes absolus et relatifs (c.-à-d. corrigés pour tenir compte de la taille corporelle), les Petites Oies des neiges femelles adultes présentaient, à leur arrivée aux aires de reproduction de l'île Banks, du gras abdominal ($F_{\text{gras absolu}(3,60)} = 2,13$, $P = 0,15$, $F_{\text{gras relatif}(6,55)} = 2,60$, $P = 0,11$) et un indice de protéines musculaires ($F_{\text{protéines absolues}(3,59)} = 1,75$, $P = 0,19$, $F_{\text{protéines relatives}(6,54)} = 0,93$, $P = 0,34$) semblables à ceux des Petites Oies des neiges femelles adultes du lac Karrak, au Nunavut. La taille corporelle des Petites Oies des neiges femelles

adultes de l'île Banks était inférieure à celle des oies du lac Karrak ($F_{(1,60)} = 6,56$, $P = 0,01$).

La comparaison entre l'état physique des oies de la rivière Egg et celui des oies du lac Karrak est cependant limitée du fait de différences quant au moment de leur collecte; les femelles recueillies au lac Karrak portaient en effet, au moment de leur collecte, des follicules en développement plus gros que ceux des femelles recueillies sur l'île Banks, et elles avaient donc investi plus d'énergie dans la formation d'une couvée que les femelles de l'île Banks. La comparaison entre les protéines musculaires a pu être particulièrement trompeuse, puisque les femelles du lac Karrak avaient 21,8 g de gésier et de muscles de la poitrine et des pattes de plus que les femelles de l'île Banks, et ce, même si elles avaient davantage investi dans la formation d'une couvée. La comparaison visant le gras abdominal est probablement plus représentative, puisque les femelles de l'île Banks portaient 8 g de gras abdominal de plus que les femelles du lac Karrak.

Il nous a été impossible d'effectuer une analyse des contaminants présents dans les oiseaux à leur arrivée sur l'île Banks à cause des coûts prohibitifs d'une telle analyse. Cependant, Braune *et al.* (1999) ont signalé que les taux de contaminants dans les Petites Oies des neiges recueillies à Tuktoyaktuk en 1989 et sur l'île Kendall en 1994 étaient faibles ou inférieurs aux limites de la détection, à l'instar des taux de contaminants dans les oies nichant dans l'Arctique en général.

5. Discussion

5.1 Écologie de la nidification

5.1.1 Nombre d'oies nicheuses

Nous avons estimé qu'entre 264 000 et 452 000 Petites Oies des neiges ont niché à la rivière Egg entre 1995 et 1998 et que la population nicheuse croît de 4,2 % par année depuis 1953. Le nombre d'oies nicheuses a toutefois varié considérablement d'une année à l'autre et a été moindre les années où la nidification a été retardée par une fonte tardive des neiges. La diminution du nombre d'oies nicheuses les années de fonte tardive a été semblable à celle observée sur l'île Wrangel, en Russie, où la chronologie du printemps influe de façon importante sur le nombre annuel d'oies nicheuses (Bousfield et Syroechkovskiy 1985). De plus, nous avons observé un grand nombre d'oies non reproductrices dans les aires d'élevage des oisons les années de fonte tardive, ce qui suggère que le moment de l'arrivée de la fonte des neiges a eu, chaque année, un effet plus important sur la proportion d'oies ayant effectué une tentative de nidification à la rivière Egg que sur le nombre d'oies ayant migré à l'île Banks (pour des observations similaires, voir Propp *et al.* 1984, et Bousfield et Syroechkovskiy 1985). La chronologie du printemps peut s'avérer particulièrement imprévisible à la rivière Egg, car les conditions météorologiques sur l'île Banks peuvent être très différentes de celles qui prévalent sur le continent au moment où les oies s'apprêtent à traverser le golfe d'Amundsen (Samelius, observation personnelle). Il est donc possible que les oies qui nichent à la rivière Egg aient à attendre la fonte des neiges plus souvent ou plus longtemps que les Petites Oies des neiges nichant dans d'autres colonies.

Les grandes variations annuelles du nombre d'oies ayant niché à la rivière Egg contrastent avec les faibles variations annuelles du nombre d'oies nicheuses relevées lors des inventaires effectués tous les 5 à 10 ans (voir Kerbes *et al.* 1999 et les références s'y trouvant). La variation annuelle du nombre d'oies nicheuses se traduit par une variation du recrutement, et elle peut également réduire la croissance de la population si la nidification est retardée plusieurs années de suite, comme cela s'est produit sur l'île Wrangel, en Russie, où la population de Petites Oies des neiges a chuté de 150 000 à 56 000 entre 1970 et 1975 (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Kerbes *et al.* 1999). La variation annuelle de la taille de la population nicheuse doit donc être prise en compte au moment de faire des recommandations quant à la gestion des Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks.

5.1.2 *Taille des couvées et œufs abandonnés*

La taille des couvées à la rivière Egg présentait une corrélation négative avec le moment de l'arrivée de la fonte des neiges, un phénomène qui a été observé dans d'autres colonies de Petites Oies des neiges où la chronologie du printemps constitue le principal facteur influant sur la formation des couvées (Mowbray *et al.* 2000). Lorsque le printemps arrive tard, les oies femelles doivent, en attendant la fonte des neiges, utiliser de considérables réserves corporelles, qui deviennent d'autant moins disponibles pour assurer la formation des couvées (Ryder 1970; Ankney et MacInnes 1978; Davies et Cooke 1983). En outre, la nidification tardive s'accompagne souvent d'un accroissement du parasitisme des nids (Bousfield et Syroechkovskiy 1985), de sorte qu'il se peut que l'incidence négative du retard de la fonte des neiges sur la formation des couvées à la rivière Egg soit plus importante que ce que nous avons détecté. En fait, l'accroissement du taux d'abandon des œufs lors des années de fonte tardive pourrait être associé au parasitisme des nids, puisque les oies femelles font souvent rouler des œufs dans leur propre nid lorsqu'ils se trouvent à proximité (Mowbray *et al.* 2000). La relation entre la chronologie du printemps et la formation des couvées à la rivière Egg demeure donc partiellement méconnue, de sorte que des recherches plus approfondies s'imposent pour obtenir une meilleure compréhension de l'incidence de la chronologie du printemps sur la formation des couvées au sein de cette population d'oies.

La taille des couvées à la rivière Egg de 1995 à 1998 était comparable à celle observée à la rivière Egg en 1955 (McEwen 1958), ce qui suggère l'absence d'effet attribuable à la densité sur la formation des couvées, même si le nombre des oies nicheuses s'est presque multiplié par 10 durant cette période. L'apparente absence d'un tel effet de la densité sur la formation des couvées à la rivière Egg contraste avec la situation observée à la baie La Pérouse (Manitoba), où la taille des couvées a diminué de 0,72 œuf lorsque la population est passée de 3 000 à 8 000 couples nicheurs (Cooch *et al.* 1989). Ce phénomène suggère que la population de la rivière Egg n'avait pas encore atteint un niveau où les effets attribuables à la densité se font sentir, ou encore que la disponibilité de nourriture avait augmenté pendant la période de migration du printemps (voir Cooch *et al.* 1989). Nous tenons toutefois à souligner qu'il est possible que d'autres effets attribuables à la densité — que nous n'aurions pas été capables de détecter à cause du manque de données historiques — aient été en cause à la rivière Egg.

La taille des couvées observées, durant l'étude, à la rivière Egg a été comparable à celle obtenue pour les colonies de Petites Oies des neiges situées à des latitudes semblables (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Alisauskas, données inédites), mais elle est demeurée inférieure à celle observée à la baie La Pérouse (Manitoba), située à environ 2 000 km au sud-est de l'île Banks (Cooke *et al.* 1995). Cette variation latitudinale de la taille des couvées pourrait être due à des différences quant au prix de la migration ou à une variation dans la quantité des réserves corporelles utilisées pour bien prendre soin du nid lors de l'incubation (voir Thompson et Raveling 1987). Il se pourrait ainsi, par exemple, que les Petites Oies des neiges des colonies septentrionales aient dépensé plus de réserves corporelles lors de la migration, ou encore qu'elles aient utilisé moins de réserves corporelles pour la formation des couvées que les oies des colonies méridionales.

5.1.3 *Succès de la nidification*

Le succès de la nidification à la rivière Egg était intimement lié au moment de l'arrivée de la fonte des neiges, à l'instar d'autres colonies de Petites Oies des neiges tributaires de la chronologie du printemps (Davies et Cooke 1983; Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Alisauskas 2002). Les oies peuvent gaspiller des réserves corporelles considérables si elles sont obligées d'attendre la fonte des neiges, de sorte qu'elles amorcent alors l'incubation des œufs en piètre état physique, ce qui augmente le risque d'abandon des nids (Ankney et MacInnes 1978; Raveling 1979). Ce gaspillage de réserves corporelles — suivi d'un accroissement des absences et abandons du nid — pourrait être responsable des importants échecs de nidification observés à la rivière Egg, comme l'indiquent les taux élevés enregistrés à ce titre pendant les années de fonte tardive (voir Harvey 1971; Ankney et MacInnes 1978; Raveling 1979). La déprédation des nids, au contraire, a probablement constitué un facteur de diminution du taux d'échec de la nidification, puisque les oies défendent généralement leur nid plus vigoureusement au fur et à mesure que la saison de nidification avance (Sjöberg 1994). De même, Samelius et Alisauskas (2000) ont observé qu'une proportion relativement faible des échecs de la nidification à la rivière Egg, lors des années de fonte tardive, est due à la prédation des renards, et ils suggèrent que d'autres facteurs ont eu plus d'incidence sur le succès de la nidification lors des années de fonte tardive. Nous avançons donc que le moment de l'arrivée de la fonte des neiges et, par conséquent, la dynamique nutritionnelle constituent les principaux facteurs ayant atténué le succès de la nidification à la rivière Egg durant l'étude.

Le succès de l'incubation à la rivière Egg était comparable à celui relevé dans d'autres grandes colonies de Petites Oies des neiges (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Alisauskas, données inédites), mais généralement plus élevé que celui observé dans de petites colonies de Petites Oies des neiges, où la prédation peut, certaines années, causer un échec presque complet de la nidification (Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Cooke *et al.* 1995; Armstrong 1998). La pression exercée par la prédation est généralement inversement proportionnelle à la taille de la colonie en raison de la saturation des prédateurs, qui sont dès lors limités par des facteurs autres que nutritionnels (Wittenberger et Hunt 1985; Raveling 1989). Il est ainsi possible que, avec l'augmentation de la taille de la population nicheuse, le principal facteur limitant le succès de la nidification des Petites Oies des neiges devienne non plus la prédation, mais bien la chronologie du printemps.

Les échecs de la nidification ont été le plus élevés pendant la ponte des œufs chaque année, ce qui pourrait être lié à la déprédation intense des nids durant cette période, durant laquelle les oies surveillent moins attentivement leurs nids (comme le suggèrent Klett et Johnson 1982). Les

absences du nid augmentent le risque de déprédation : les oies qui négligent leur nid perdent davantage d'œufs que les oies qui y accordent toute leur attention (Samelius et Alisauskas 2001; Bêty *et al.* 2002). Le faible taux de survie des nichées pendant la ponte des œufs pourrait également être le résultat de l'abandon du nid par des oies en mauvais état physique, un phénomène qui prévaudrait les années où la nidification est retardée (Ankney et MacInnes 1978; Raveling 1979). Lors des années de fonte tardive, l'inondation des nids a par ailleurs engendré une réduction du taux de survie des nichées pendant la ponte des œufs (de 2 à 13 % des échecs de la nidification lors de telles années ont été attribuables aux inondations).

5.1.4 Causes de l'échec de la nidification

Il est généralement difficile de faire la différence entre l'abandon et la déprédation des nids, car on ignore bien souvent si les œufs manquants ont été pris par des prédateurs ou emportés par des charognards après l'abandon du nid (voir Larivière 1999). Cependant, bien que nous n'ayons pas été en mesure, dans le cas de la plupart des nids, de distinguer l'abandon de la déprédation, nous avons constaté que ces deux phénomènes sont à la source de la majorité des échecs de la nidification (87 à 100 %), alors que l'inondation des nids et la mortalité des femelles couveuses n'ont causé qu'un faible nombre d'échecs (0 à 13 %) à ce titre. La tendance indique que les absences du nid (c.-à-d. la déprédation « indirecte » d'un nid non surveillé) et l'abandon sont responsables de la majorité des échecs de la nidification (voir la section 5.1.3 plus haut), mais on comprend plutôt mal l'effet et la variation, d'une année à l'autre, de divers facteurs qui influent sur le succès de la nidification (p. ex., la prédation des goélands par opposition à la prédation des renards). C'est donc dire que des recherches plus approfondies s'imposent si l'on veut mieux comprendre les causes de l'échec de la nidification des oies qui nichent dans l'Arctique. Des recherches couvrant une période plus longue que la présente étude pourraient se révéler particulièrement utiles, puisque l'échec de la nidification résulte d'un processus complexe, dans le cours duquel nombre de facteurs entrent en jeu.

5.1.5 Mortalité des adultes nicheurs

Nous avons estimé que de 1 à 4 % environ de la population nicheuse est morte à la rivière Egg entre 1996 et 1998 (la mortalité des oies n'a pas été mesurée avec précision en 1995). La présence du choléra aviaire a été confirmée dans environ la moitié des carcasses d'oies examinées chaque année. Cependant, la proportion d'oies mortes du choléra aviaire a probablement été beaucoup plus élevée puisque les analyses ont été effectuées environ 1 à 2 mois après la mort des oiseaux (Samuel *et al.* 1999). Nos estimations de la mortalité des oiseaux nicheurs sont considérablement inférieures à celles signalées par Samuel *et al.* (1999). De tels écarts pourraient être le résultat de différences d'ordre méthodologique (p. ex., notre modèle d'échantillonnage pourrait ne pas avoir mesuré avec exactitude les épisodes concentrés de choléra aviaire, ou encore, des carcasses d'oies d'années précédentes pourraient avoir été incluses par Samuel *et al.* 1999). Ces études démontrent néanmoins, en dépit de leurs différences, que plusieurs milliers d'oies meurent chaque année à la rivière Egg et que le choléra aviaire est responsable d'une bonne partie de la mortalité chez cette population d'oiseaux.

Le taux de mortalité des oiseaux nicheurs semblait être plus élevé les années de fonte tardive, ce qui a également été suggéré par Samuel *et al.* (1999), qui ont observé une plus grande mortalité à la rivière Egg en 1995, une année de fonte tardive, qu'en 1996, une année de fonte hâtive. Ce lien apparent entre la mortalité des oiseaux nicheurs et la chronologie du printemps donne à penser que les mortalités pourraient être dues, en partie, au gaspillage de réserves corporelles des oies et à leur état nutritionnel. De même, la chronologie de la mortalité des oiseaux nicheurs semble aussi avoir été liée au moment de l'arrivée de la fonte des neiges; puisque la plupart des mortalités sont survenues vers la fin de la nidification en 1996 et 1998, des années de fonte hâtive, alors qu'elles se sont surtout produites au début de la nidification en 1997, une année de fonte tardive. Néanmoins, il se peut aussi, par contre, que la chronologie de la mortalité des oiseaux nicheurs ait été liée à l'ampleur des mortalités, puisqu'elles sont survenues, pour la plupart, au début de la nidification, les années où les mortalités ont été le plus élevées (p. ex., en 1997) et vers la fin de la nidification, les années où elles ont été de moindre importance (p. ex., en 1996 et en 1998). Il est en outre possible que des oies soient mortes avant et après la nidification, ce qui aurait eu une incidence tant sur la chronologie que sur l'ampleur de la mortalité dans son ensemble (pour une discussion semblable, voir Samuel *et al.* 1999).

5.1.6 Abondance des prédateurs et conséquences

Le nombre de renards arctiques fréquentant la colonie semble intimement lié à l'abondance des lemmings, le pic d'abondance des renards survenant 1 an après celui des lemmings. La variation annuelle de l'abondance des oies, par contre, ne semble pas avoir eu d'incidence sur l'abondance des renards. L'étroite corrélation entre la dynamique de la population des renards arctiques et l'abondance des lemmings est semblable à celle observée dans d'autres régions où cohabitent des lemmings, des campagnols et des renards arctiques (Garrott et Eberhardt 1987; Angerbjörn *et al.* 1999). Il est toutefois possible que la présence de grandes colonies d'oies influe sur la dynamique des renards arctiques en agissant comme catalyseur de la production de ces renards, dont la densité ou le succès de la reproduction pourrait croître du fait de la surabondance de nourriture pendant la saison de nidification, comme le suggèrent Bantle et Alisauskas (1998). Des recherches plus approfondies sur les rapports existant entre la dynamique des renards arctiques et les grandes concentrations d'oiseaux s'imposent si l'on veut mieux comprendre comment de telles sources temporairement abondantes de nourriture peuvent influer sur la dynamique de ces renards. Ces recherches pourraient s'avérer particulièrement importantes car les conséquences de la forte augmentation du nombre de Petites Oies des neiges en Amérique du Nord demeurent méconnues (Ankney 1996; Abraham et Jefferies 1997).

Samelius et Alisauskas (2000) estiment que les renards arctiques ont pris chaque année entre 5 et 10 % des œufs disponibles à la rivière Egg pendant la période d'incubation. Ce taux de prédation par les renards est nettement inférieur à celui de presque 100 % observé certaines années chez les Petites Oies des neiges ayant niché sur l'île Wrangel, en Russie (Syroechkovskiy et Krechmar 1981, dans Syroechkovskiy *et al.* 1991; Bousfield et Syroechkovskiy 1985). Une telle pression extrême de prédation a cependant été rare, ne survenant que les années où le nombre d'oies nicheuses était peu élevé (<15 000) (Bousfield et Syroechkovskiy 1985). La pression de prédation sur les grandes colonies d'oies, comme celle de la rivière Egg, est généralement moindre que sur les petites colonies, en raison du phénomène de saturation des prédateurs (Wittenberger et Hunt 1985; Raveling 1989).

La proportion d'œufs pris par les renards pendant la période d'incubation à la rivière Egg était nettement moindre que le taux d'échec de la nidification lors des années de fonte tardive (Samelius et Alisauskas 2000), ce qui donne à penser que la chronologie du printemps et le gaspillage des réserves corporelles ont eu une incidence plus importante sur le succès de la nidification que la prédation par les renards, lors de telles années. De plus, la majorité des œufs sont pris par les renards lorsque les oies sont absentes du nid ou lorsque le mâle est parti en quête de nourriture (Samelius et Alisauskas 2001), ce qui souligne encore une fois l'importance d'un bon état nutritionnel pour que la nidification réussisse (voir Aldrich et Raveling 1983). Par ailleurs, l'échec de la nidification était beaucoup plus important que la prédation par les renards lors des années de fonte tardive, ce qui laisse croire qu'un grand nombre d'œufs abandonnés dans la colonie après la ponte étaient disponibles pour les renards et les prédateurs aviaires (voir Samelius et Alisauskas 1999, 2000).

Samelius et Alisauskas (2000) ont démontré que l'efficacité de la quête de nourriture des renards arctiques à la rivière Egg était constante d'une année à l'autre et ils ont suggéré que la variation de l'incidence de la prédation par les renards arctiques était attribuable à une variation du nombre de renards fréquentant la colonie plutôt qu'à une variation de l'efficacité de la quête de nourriture des individus. L'étroite corrélation que nous avons relevée entre l'abondance des renards et celle des lemmings suggère que la variation de l'incidence de la prédation par les renards arctiques dans les grandes colonies d'oies est régulée par la variation de l'abondance des lemmings, et que la prédation par les renards atteint un maximum 1 an après le pic d'abondance des lemmings (pour une discussion au sujet de l'incidence de la prédation par les renards sur les petites colonies d'oies, voir Bêty *et al.* 2002).

Le nombre de Goélands bourgmestres se reproduisant à la rivière Egg pendant l'étude (établi suivant le nombre de nids de goélands) était constant ou peut-être en légère hausse d'une année à l'autre. L'abondance des goélands n'a pas suivi les grandes variations, d'une année à l'autre, de l'abondance des oies nicheuses, même si les Goélands bourgmestres présents dans les grandes colonies d'oies se nourrissaient presque exclusivement d'oies et de leurs œufs (Samelius et Alisauskas 1999). L'abondance des goélands peut avoir été plutôt limitée par d'autres facteurs, comme la disponibilité de nourriture après le départ des oies, la mortalité hivernale ou le comportement d'espacement (voir Stempniewics 1995; Samelius et Alisauskas 1999). Les oiseaux prédateurs ne chassent généralement pas les oies de leurs nids (Samelius et Alisauskas 1999; Bêty *et al.* 2002), ce qui laisse supposer que la prédation des œufs par les goélands, à l'instar de la prédation par les renards, était étroitement liée à la surveillance des nids et à l'état nutritionnel des oies (voir Ankney 1977; Aldrich et Raveling 1983).

5.2 Écologie de l'élevage des oisons

5.2.1 Répartition des oies pendant l'élevage des oisons

Nous avons estimé qu'entre 441 000 et 644 000 Petites Oies des neiges adultes se sont réparties dans l'ensemble du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks pendant la saison d'élevage des oisons entre 1996 et 1998. Cela représentait 380 000 oies de plus que le nombre d'oies nicheuses que nous avions estimé à la rivière Egg en 1997, ce qui donne à penser que des oies non reproductrices et peut-être des migrants en mue (tel que suggéré par T.W. Barry dans Kerbes 1986) constituaient une proportion importante des Petites Oies des neiges occupant les aires d'élevage des oisons sur l'île Banks certaines années. La présence d'un grand nombre de migrants en mue semble toutefois improbable puisque, d'une part, c'est uniquement à l'ouest de l'Arctique qu'une faible proportion d'oies bleues a été observée lors du relevé aérien (Mowbray *et al.* 2000) et que, d'autre part, les migrants en mue de la seule autre grande colonie de l'ouest de l'Arctique, soit celle de l'île Wrangel, muent plutôt sur cette île de Russie, ou encore en Russie continentale (Syroechkovskiy et Litvin 1986 dans Ely *et al.* 1993). La plupart des oiseaux présents dans les aires d'élevage des oisons de l'île Banks étaient, par conséquent, fort probablement originaires de l'île Banks.

Les années de fonte tardive se sont caractérisées, semble-t-il, par la présence d'un grand nombre d'oies non reproductrices (p. ex., le nombre d'oies adultes dans les aires d'élevage des oisons était nettement plus élevé que la population nicheuse de la rivière Egg en 1997, une année de fonte tardive). Il est aussi possible que des oies non reproductrices se soient trouvées à l'extérieur de la région étudiée lors du relevé aérien (p. ex. Barry [1960] a observé des oies non reproductrices et reproductrices en échec à la rivière Thomsen, à l'extrémité nord de l'île), ce qui suggère qu'une partie importante de la population adulte de l'île Banks était constituée, certaines années, d'oiseaux non reproducteurs (c.-à-d. des oies sous-adultes et adultes en mauvais état physique). En outre, il semble que les Petites Oies des neiges commencent à se reproduire à un âge plus avancé sous les latitudes septentrionales (Ganter *et al.* 2005), de sorte que cette forte proportion d'oies non reproductrices sur l'île Banks pourrait s'expliquer par l'effet combiné de la chronologie du printemps et d'une nidification retardée. La population adulte de Petites Oies des neiges sur l'île Banks était donc beaucoup plus nombreuse que la population nicheuse à la rivière Egg certaines années, et ce facteur aura, à son tour, une incidence sur la formulation des recommandations visant les taux de récolte, de même que sur

la dynamique de la population globale. Nous recommandons que l'on effectue un inventaire complet de l'île Banks afin d'évaluer le nombre total de Petites Oies des neiges et de mieux connaître la répartition des oies sur l'île. Afin d'en réduire les coûts, un tel inventaire complet de l'île pourrait s'effectuer concurremment avec les inventaires des bœufs musqués (p. ex. Larter et Nagy 2001).

Pendant la saison d'élevage des oisons, les oies nicheuses sont demeurées plus près de la rivière Egg que les oies non reproductrices ou reproductrices en échec; les plus fortes densités d'oies nicheuses ont été observées dans les vallées fluviales situées entre les rivières Lennie et Storkerson, alors que les oies non reproductrices ou reproductrices en échec se trouvaient en plus forte densité dans le delta de la rivière Bernard, à environ 125 km au nord de la rivière Egg. Même si les densités étaient généralement inférieures dans les hautes terres, leur vaste étendue (80 % de la région étudiée) a fait en sorte que la plupart des oies ont plutôt été associées à des étangs, à des lacs, à des ruisseaux et à de petites rivières situés dans les hautes terres. La dispersion, plus loin de la colonie, des oiseaux nicheurs observée en 1996 et en 1998 pourrait avoir été liée à des différences entre le nombre d'oies nicheuses et la proportion des oisons.

5.2.2 Indice de survie des oisons

Nous avons estimé que, entre 1996 et 1998, de 27 à 44 % des oisons qui ont quitté la rivière Egg ont survécu les 2 à 3 semaines suivant l'éclosion. Nous sommes d'avis que le climat ainsi que la prédation ont constitué les principaux facteurs ayant limité la survie des oisons sur l'île Banks. Le temps froid et humide provenant de la mer de Beaufort peut compromettre la survie des oisons sur l'île. Nous avons observé à quelques reprises des renards arctiques et des Harfangs des neiges qui s'attaquaient à des nichées d'oies lors de nos relevés aériens. Deux de ces attaques ont été réussies : un Harfang des neiges a pris un oison en 1996 et un renard en a pris un en 1998. Cette même année, nous avons observé un renard qui, après avoir suivi une bande d'oies nicheuses jusqu'à environ 5 m dans un étang, est finalement retourné sur la berge sans avoir capturé d'oie. Le broutage intensif des oies (voir la section 5.4.2 ci-après) et, dès lors, le manque de nourriture n'ont pas semblé influer sur la survie des oisons, qui semblaient en santé et en bon état physique vers l'âge de 3 à 4 semaines (Hines, observation personnelle). Les Petites Oies des neiges femelles de l'île Banks étaient, par contre, de plus petite taille que celles du lac Karrak, au Nunavut, ce qui pourrait être dû à une variation de la disponibilité de nourriture à ces endroits durant la croissance des oisons (voir Cooch *et al.* 1991; Francis *et al.* 1992).

Notre estimation de l'indice de survie des oisons jusqu'à l'âge de 2 à 3 semaines est semblable à celle qui a été établie pour les oisons de Petites Oies des neiges âgés de 4 à 5 semaines dans d'autres colonies (Williams *et al.* 1993; Slattery 1994). Cependant, la plupart des mortalités d'oisons surviennent généralement au cours des premières semaines suivant l'éclosion (Williams *et al.* 1993), ce qui suggère que, en dépit des différences entre notre étude et les autres quant à l'âge des oisons, la survie des oisons sur l'île Banks est semblable ou peut-être légèrement inférieure à celle des oisons dans d'autres colonies de Petites Oies des neiges.

5.3 Taux de croissance de la population

Le nombre de Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks croît de 4,2 % par année depuis 1953; cependant, le taux de croissance annuel de la population de Petites Oies des neiges sur l'île Banks a été inférieur à celui des populations se reproduisant dans le centre et l'est de l'Arctique canadien (voir Abraham et Jefferies 1997; Alisauskas 2001). Le plus faible taux de croissance de la population de l'île Banks pourrait, en partie, être lié à la grande variation annuelle du nombre d'oies ayant niché à la rivière Egg et à une baisse du recrutement lorsque la fonte des neiges a été tardive (voir Bousfield et Syroechkovskiy 1985). En outre, il semble que les Petites Oies des neiges commencent à se reproduire à un âge plus avancé sous les latitudes septentrionales (Ganter *et al.* 2005), de sorte que tout retard à cet égard pourrait avoir une incidence supplémentaire sur le taux de croissance de la population de l'île Banks. Les taux annuels de variation de la taille de la population nicheuse et de la population adulte présente dans les aires d'élevage des oisons ont manifesté des tendances opposées, et il ne semble pas qu'il y ait eu de corrélation quant à l'amplitude entre les variations d'un paramètre et celles de l'autre. Cela démontre que l'estimation de la variation, d'une année à l'autre, de la taille d'une population ne peut être utilisée pour estimer la variation, d'une année à l'autre, d'une autre population (p. ex., les relevés de la population nicheuse ne permettent pas d'obtenir une estimation de la population globale, et vice-versa).

5.4 Incidence du broutage

5.4.1 Couvert végétal à la rivière Egg

Le couvert végétal à la colonie de la rivière Egg était en corrélation négative avec la densité de nids, alors que le couvert du séneçon des marais (un indicateur du surbroutage; Jefferies et Abraham 1994) était proportionnel à la densité de nids. Ces tendances en matière de couvert végétal suggèrent que les oies ont une incidence sur la communauté végétale de la rivière Egg. Les effets négatifs sur le couvert végétal peuvent être corrélés avec l'habitat de nidification des oies (c.-à-d. que les sites de nidification privilégiés par l'espèce ou les sites où la fonte des neiges est hâtive pourraient avoir un couvert végétal différent de celui des habitats moins favorables à l'espèce ou de ceux où la fonte des neiges est tardive), et il y a lieu de penser, s'il existe une corrélation positive entre la densité de nids et le couvert du séneçon des marais, que le broutage des oies a influé sur la communauté végétale de la colonie de la rivière Egg.

5.4.2 Disponibilité et consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons

Une forte corrélation négative a été relevée entre la disponibilité et la consommation par les oies des plantes graminoïdes dans les aires d'élevage des oisons de l'île

Banks, où les sites fortement occupés faisaient l'objet d'un broutage intensif. Autre signe de broûtage intensif, les secteurs fortement occupés par les oies comportaient beaucoup moins que 25 g de biomasse au-dessus du sol par mètre carré, ce qui pourrait indiquer un surbroutage ou une destruction partielle des habitats attribuable au fouissement (Jefferies et Abraham 1994). Cependant, nous n'avons observé aucun signe de destruction permanente des habitats, de sorte que l'influence du broutage et la réaction des communautés végétales à celui-ci pourraient varier d'une région à l'autre et d'un habitat à l'autre, à l'instar des marais salants aux abords de la baie d'Hudson (Jefferies et Abraham 1994) et des berges de lac de l'île Banks. L'occupation intensive des berges de lac de l'île Banks pourrait toutefois s'expliquer par la plus petite taille des Petites Oies des neiges femelles de l'île Banks comparativement à celles du lac Karrak, au Nunavut (voir Cooch *et al.* 1991; Francis *et al.* 1992).

Les oies ont occupé les berges de lac et les fens de neige tardive à une fréquence semblable, bien qu'elles aient eu tendance à utiliser les berges de lac plus souvent que les fens de neige tardive. Cette utilisation, en apparence uniforme, des habitats pourrait toutefois être le fait de la faible taille de l'échantillon (n = 5 échantillons appariés) ou de la tendance des oies à occuper, au fur et à mesure que les oisons grandissent, des habitats plus éloignés des lacs (voir Hughes *et al.* 1994; Jefferies et Abraham 1994). Les étangs et les lacs servent souvent de refuges contre les prédateurs dans les aires d'élevage des oisons (Giroux *et al.* 1984; Hughes *et al.* 1994), et nous avons observé, lors de nos relevés aériens, que des oies se déplaçaient vers l'eau à l'approche de renards arctiques. Les berges de lac constituent également une source importante d'aliments de haute qualité pour les oisons en croissance (Jefferies et Abraham 1994).

5.5 Conséquences pour la gestion

La population de Petites Oies des neiges de l'île Banks a crû considérablement depuis les années 1980 et sa taille a presque doublé au cours des 2 dernières décennies (voir Kerbes *et al.* 1999). Nous recommandons donc de poursuivre la surveillance de cette population afin d'étudier les effets que la densité pourrait avoir sur la productivité, comme l'ont révélé les observations pour la formation des couvées à la baie La Pérouse, au Manitoba (Cooch *et al.* 1989). En outre, le taux de croissance de la population de Petites Oies des neiges de l'île Banks était inférieur à celui des Petites Oies des neiges se reproduisant dans le centre et dans l'est de l'Arctique canadien (Abraham et Jefferies 1997; Alisauskas 2001), ce qui vient souligner, encore une fois, combien il est important de continuer à surveiller la population de l'île Banks pour recueillir les informations exactes sur lesquelles pourra se fonder la gestion de cette population (voir Kerbes *et al.* 1999 pour une recommandation semblable). Il est possible de mesurer l'abondance des oies grâce à des relevés aériens selon la méthode Kerbes *et al.* (1999) mais, pour mesurer tout aussi bien leur abondance que leur productivité, il faut procéder à des travaux de terrain semblables à ceux qui ont été effectués dans le cadre de la présente étude. Qui plus est, l'utilisation combinée des relevés aériens et des travaux sur le terrain contribuera à l'élaboration de facteurs de correction — par exemple, la probabilité de détection par photographie aérienne.

La productivité des Petites Oies des neiges de l'île Banks a varié considérablement d'une année à l'autre, un plus grand nombre d'oisons ayant été produits durant les années où la fonte des neiges avait été hâtive que pendant les années où elle avait été tardive. Nous suggérons donc que l'incidence négative de la fonte tardive des neiges sur la productivité des oisons est liée à l'utilisation qui doit être faite de réserves corporelles dans l'attente de la fonte des neiges (Ankney et MacInnes 1978; Raveling 1979) et que la chronologie du printemps, et donc l'état physique et la dynamique nutritionnelle, ont constitué les principaux facteurs ayant limité la productivité des oisons sur l'île Banks (voir Davies et Cooke 1983; Alisauskas 2002). Nous recommandons par conséquent que la chronologie du printemps, la dynamique nutritionnelle et la variation annuelle de la productivité des oisons soient prises en compte dans les recommandations portant sur la gestion des Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks.

Les secteurs fortement peuplés d'oies ont fait l'objet d'un broutage intensif et nous recommandons des recherches plus approfondies sur l'utilisation de l'habitat et l'incidence du broutage des oies, afin que l'on puisse mieux saisir les relations existant entre le broutage et la productivité des oies sur l'île Banks. Cette question revêt une importance toute particulière parce que la population de Petites Oies des neiges de l'île Banks a crû énormément au cours des 3 dernières décennies et que quelques rapports alarmants ont été publiés sur la croissance de la population des oies et sur leur surbroutage dans l'est de l'Arctique canadien (Kerbes *et al.* 1990; Ankney 1996; Abraham et Jefferies 1997).

6. Conclusion

La présente étude indique que le moment de l'arrivée de la fonte des neiges semble constituer le principal facteur limitant le succès de la nidification (c.-à-d. le nombre d'oies nicheuses et le succès de la nidification) et la productivité de la Petite Oie des neiges à la rivière Egg. La chronologie du printemps joue un rôle important quant au succès de la nidification des Petites Oies des neiges dans d'autres colonies (Davies et Cooke 1983; Bousfield et Syroechkovskiy 1985; Alisauskas 2002), laquelle semble, pour sa part, liée au gaspillage des réserves corporelles durant l'attente de la fonte des neiges (Ankney et MacInnes 1978; Raveling 1979). Nous sommes d'avis que la chronologie du printemps peut s'avérer particulièrement imprévisible à la rivière Egg, car les conditions météorologiques sur l'île Banks peuvent être très différentes de celles qui prévalent sur le continent au moment où les oies s'apprêtent à traverser le golfe d'Amundsen (Samelius, observation personnelle). La déprédation des nids par les renards arctiques est nettement inférieure à l'échec de la nidification lors des années de fonte tardive (Samelius et Alisauskas 2000), ce qui donne à penser que, lors de telles années, le gaspillage des réserves corporelles et l'abandon des nids ont une plus grande incidence sur le succès de la nidification que la prédation par ces renards. De plus, le gaspillage des réserves corporelles influe sur le succès de la nidification de manière indirecte, car les oies interrompent plus souvent l'incubation, ce qui accroît le risque que des renards arctiques et des oiseaux prédateurs se saisissent des œufs (voir Samelius et Alisauskas 1999 et 2001; Bêty *et al.* 2002).

L'étude a en outre démontré que les plus fortes densités de Petites Oies des neiges dans les aires d'élevage des oisons du Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks étaient concentrées dans les grandes vallées fluviales entre les rivières Kellet et Bernard. Cependant, la plupart des oies étaient associées à de petits plans d'eau (des étangs, des lacs, des ruisseaux et de petites rivières) situés dans la vaste étendue des hautes terres, séparées par de grandes vallées fluviales. Par ailleurs, les oies non reproductrices et reproductrices en échec s'étaient dispersées plus loin que les oies reproductrices. Les aires d'élevage des oisons densément peuplées ont fait l'objet d'un broutage intensif, mais nous n'avons relevé aucun signe de destruction permanente des habitats. L'indice de survie des oisons, qui s'est élevé en moyenne à 38 % au cours des 2 à 3 premières semaines de vie, semblait égal ou légèrement inférieur à celui observé dans d'autres colonies de Petites Oies des neiges (Williams *et al.* 1993; Slattery 1994). N'ayant pas été en mesure d'étudier les facteurs influant sur la survie des oisons, nous sommes d'avis que cette question constitue, à l'heure actuelle, la principale lacune quant à notre connaissance des facteurs qui ont une incidence sur la productivité des Petites Oies des neiges sur l'île Banks.

Ouvrages cités

ABRAHAM, K.F., et R.L. JEFFERIES. 1997. « High goose populations: causes, impacts and implications », p. 7-72, dans B. D. J Batt (dir.), *Arctic ecosystems in peril. Report of the Arctic Goose Habitat Working Group*. Publication spéciale du Plan conjoint des oies de l'Arctique, U. S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa.

ALDRICH, T.W., et D.G. RAVELING. 1983. « Effects of experience and body weight on incubation behavior of Canada Geese », *The Auk*, n° 100, p. 670-679.

ALISAUSKAS, R.T. 2001. *Nutritional ecology and population biology of Ross's Geese*. Rapport inédit, Service canadien de la faune, Saskatoon.

ALISAUSKAS, R.T. 2002. « Arctic climate, spring nutrition, and recruitment in midcontinent Lesser Snow Geese », *J. Wildl. Manage.*, n° 66, p. 181-193.

ALISAUSKAS, R.T., et R.F. ROCKWELL. 2001. « Population dynamics of Ross's Geese », p. 55-68, dans T. J. Moser (dir.), *The status of Ross's Geese*. Publication spéciale du Plan conjoint des oies de l'Arctique, U. S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa.

ANGERBJÖRN, A., M. TANNERFELDT et S. ERLINGE. 1999. « Predator-prey relationships: arctic foxes and lemmings », *J. Anim. Ecol.*, n° 68, p. 34-49.

ANKNEY, C.D. 1977. « The use of nutrient reserves by breeding male Lesser Snow Geese *Chen caerulescens caerulescens* », *Can. J. Zool.*, n° 55, p. 1984-1987.

ANKNEY, C.D. 1996. « An embarrassment of riches: too many geese », *J. Wildl. Manage.*, n° 60, p. 217-223.

ANKNEY, C.D., et C.D. MACINNES. 1978. « Nutrient reserves and reproductive performance of female Lesser Snow Geese », *The Auk*, n° 95, p. 459-471.

ARMSTRONG, W.T. 1998. *Predation and antipredator tactics of nesting Black Brant and Lesser Snow Geese*. Thèse de doctorat, Université de la Saskatchewan, Saskatoon.

BANTLE, J.L., et R.T. ALISAUSKAS. 1998. « Spatial and temporal patterns in arctic fox diets at a large goose colony », *Arctic*, n° 51, p. 231-236.

BARRY, T.W. 1960. « Waterfowl reconnaissance in the western Arctic », *Arctic Circ.*, n° 13, p. 51-58.

BÉTY, J., G. GAUTHIER, E. KORPIMÄKI et J. F. GIROUX. 2002. « Shared predators and indirect trophic interactions: lemming cycles and Arctic-nesting geese », *J. Anim. Ecol.*, n° 71, p. 88-98.

BOUSFIELD, M.A., et YE.V. SYROECHKOVSKIY. 1985. « A review of Soviet research on the Lesser Snow Geese on Wrangel Island, U.S.S.R. », *Wildfowl*, n° 36, p. 13-20.

BRAUNE, B.M., B.J. MALONE, N.M. BURGESS, J.E. ELLIOTT, N. GARRITY, J. HAWKINGS, J.E. HINES, W.K. MARSHALL, J. RODRIGUE, B. WAKEFORD, M. WAYLAND, D.V. WESELOH et P.E. WHITEHEAD. 1999. *Résidus chimiques chez la sauvagine et les oiseaux considérés comme gibier au Canada, 1987-1995*, Série de rapports techniques, n° 326, Service canadien de la faune, Ottawa.

BROMLEY, R.G. 1996. « Characteristics and management implications of the spring waterfowl hunt in the western Canadian Arctic, Northwest Territories », *Arctic*, n° 49, p. 70-85.

BURNHAM, K.P., et D.R. ANDERSON. 1998. *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach*, Springer (New York).

COOCH, E.G., D.B. LANK, R.F. ROCKWELL et F. COOKE. 1989. « Long-term decline in fecundity in a snow goose population: evidence for density dependence? », *J. Anim. Ecol.*, n° 58, p. 711-726.

COOCH, E.G., D.B. LANK, R.F. ROCKWELL et F. COOKE. 1991. « Long-term decline in body size in a snow goose population: evidence of environmental degradation? », *J. Anim. Ecol.*, n° 60, p. 483-496.

COOKE, F., R.F. ROCKWELL et D.B. LANK. 1995. *The snow geese of La Pérouse Bay*, Oxford University Press, Oxford.

COTTER, R.C., et J.E. HINES. 2001. « Breeding biology of Brant on Banks Island, Northwest Territories, Canada », *Arctic*, n° 54, p. 357-366.

DAVIES, J.C., et F. COOKE. 1983. « Annual nesting productivity in snow geese: prairie droughts and Arctic springs », *J. Wildl. Manage.*, n° 47, p. 291-296.

DOHERTY, P.F., J.D. NICHOLS, J. TAUTIN, J.F. VOELZER, G.W. SMITH, D.S. BENNING, V.R. BENTLEY, J.K. BIDWELL, K.S. BOLLINGER, A.R. BRAZDA, E.K. BUELNA, J.R. GOLDSBERRY, R.J. KING, F.H. ROETKER, J.W. SOLBERG, P.P. THORPE et J.S. WORTHAM. 2002. « Sources of variation in breeding-ground fidelity of Mallards (Anas platyrhynchos) », *Behav. Ecol.*, n° 13, p. 543-550.

DZUBIN, A. 1979. « Recent increases of blue geese in western North America », p. 141-175, dans R. L. Jarvis et J. C. Bartonek (dir.), *Management and biology of Pacific Flyway geese*, Oregon University Bookstores, Corvallis (Oregon).

DZUBIN, A., et E.G. COOCH. 1992. *Measurements of geese: general field methods*, California Waterfowl Association, Sacramento (Californie).

EBERHARDT, L.L., et M.A. SIMMONS. 1992. « Assessing rates of increase from trend data », *J. Wildl. Manage.*, n° 56, p. 603-610.

ELY, C.R., et D.G. RAVELING. 1984. « Breeding biology of Pacific White-fronted Geese », *J. Wildl. Manage.*, n° 48, p. 823-837.

ELY, C.R., J.Y. TAKEKAWA et M.L. WEGE. 1993. « Distribution, abundance and age ratios of Wrangel Island Lesser Snow Geese *Anser caerulescens* during autumn migration on the Yukon-Kuskokwim Delta, Alaska », *Wildfowl*, n° 44, p. 24-32.

FRANCIS, C.M., M.H. RICHARDS et F. COOKE. 1992. « Long-term changes in survival rates of Lesser Snow Geese », *Ecology*, n° 73, p. 1346-1362.

GANTER, B., W.S. BOYD, V.V. BARANYUK et F. COOKE. 2005. « First pairing in snow geese *Anser caerulescens*: at what age and at what time of year does it occur? », *Ibis*, n° 147, p. 57-66.

GARROTT, R.A., et L.E. EBERHARDT. 1987. « Arctic fox », p. 395-406, dans M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard et B. Malloch (dir.), *Wild furbearer management and conservation in North America*, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Toronto.

GIROUX, J.-F., Y. BÉDARD et J. BÉDARD. 1984. « Habitat use by Greater Snow Geese during the brood-rearing period », *Arctic*, n° 37, p. 155-160.

GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL SUR LES TERRES HUMIDES. 1988. *Terres humides du Canada*, Série de la classification écologique du territoire, n° 24, Service canadien de la faune, Ottawa.

HARVEY, J.M. 1971. « Factors affecting blue goose nesting success », *Can. J. Zool.*, n° 49, p. 223-234.

HÖHN, E.O. 1954. « In the home of the snow goose », *Beaver*, n° 285, p. 8-11.

HUGHES, R.J., G. GAUTHIER et A. REED. 1994. « Summer habitat use and behaviour of Greater Snow Geese *Anser caerulescens* », *Wildfowl*, n° 45, p. 49-64.

INTERA TYDAC. 1991. SPANS GIS, Nepean (Ontario).

JEFFERIES, R.L., et K.F. ABRAHAM. 1994. *Goose foraging and its effects on plant communities: observations and recording procedures.* Manuscrit inédit, Université de Toronto, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario et Service canadien de la faune, Toronto, 20 pages.

JOHNSON, D.H. 1979. « Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative », *The Auk*, n° 96, p. 651-661.

JOHNSON, D.H., et T.L. SHAFFER. 1990. « Estimating nest success: when Mayfield wins », *The Auk*, n° 107, p. 595-600.

JOHNSON, S.R. 1996. « Staging and winter areas of snow geese nesting on Howe Island, Alaska », *Arctic*, n° 49, p. 86-93.

KERBES, R.H. 1986. « Lesser Snow Geese, *Anser c. caerulescens*, nesting in the Western Canadian Arctic in 1981 », *Can. Field-Nat.*, n° 100, p. 212-217.

KERBES, R.H., P.M. KOTANEN et R.L. JEFFERIES. 1990. « Destruction of wetland habitats by Lesser Snow Geese: a keystone species on the west coast of Hudson Bay », *J. Appl. Ecol.*, n° 27, p. 242-258.

KERBES, R.H., K.M. MEERES et J.E. HINES (dir.). 1999. *Distribution, survival, and numbers of Lesser Snow Geese of the Western Canadian Arctic and Wrangel Island, Russia*, Publication hors série, n° 98, Service canadien de la faune, Ottawa.

KLETT, A.T., et D.H. JOHNSON. 1982. « Variability in nest survival rates and implications to nesting studies », *The Auk*, n° 99, p. 77-87.

KREBS, C.J., et I. WINGATE. 1985. « Population fluctuations in the small mammals of the Kluane region, Yukon Territory », *Can. Field-Nat.*, n° 99, p. 51-61.

KREBS, C.J., A.J. KENNEY, S. GILBERT, K. DANELL, A. ANGERBJÖRN, S. ERLINGE, R.G. BROMLEY, C. SHANK et S. CARRIÈRE. 2002. « Synchrony in lemming and vole populations in the Canadian Arctic », *Can. J. Zool.*, n° 80, p. 1323-1333.

LARIVIÈRE, S. 1999. « Reasons why predators cannot be inferred from nest remains », *Condor*, n° 101, p. 718-721.

LARTER, N.C., et J.A. NAGY. 2001. « Calf production, calf survival, and recruitment of muskoxen on Banks Island during a period of changing population density from 1986-99 », *Arctic*, n° 54, p. 394-406.

MAYFIELD, H. 1961. « Nesting success calculated from exposure », *Wilson Bull.*, n° 73, p. 255-261.

MAYFIELD, H. 1975. « Suggestions for calculating nest success », *Wilson Bull.*, n° 87, p. 456-466.

MCEWEN, E.H. 1958. « Observations on the Lesser Snow Goose nesting grounds Egg River, Banks Island », *Can. Field-Nat.*, n° 72, p. 122-127.

MOWBRAY, T.B., F. COOKE et B. GANTER. 2000. « Snow Goose (*Chen caerulescens*) », dans A. Poole et F. Gill (dir.), *The Birds of North America*, n°. 514, The Birds of North America, Inc., Philadelphie.

NEU, C.W., C.R. BYERS et J.M. PEEK. 1974. « A technique for analysis of utilization-availabîlity data », *J. Wildl. Manage.*, n° 38, p. 541-545.

PROPP, J., M.R. VAN EERDEN ET R.H. DRENT. 1984. « Reproductive success of Barnacle Goose Branta leucopsis in relation to food exploitation on the breeding grounds, western Spitsbergen », *Nor. Polarinst. Skr.*, n° 181, p. 87-117.

RAVELING, D.G. 1979. « The annual cycle of body composition of Canada Geese with special reference to control of reproduction », *The Auk*, n° 96, p. 234-252.

RAVELING, D.G. 1989. « Nest-predation rates in relation to colony size of Black Brant », *J. Wildl. Manage.*, n° 53, p. 87-90.

REED, A., et P. CHAGNON. 1987. « Greater Snow Geese on Bylot Island, Northwest Territories, 1983 », *J. Wildl. Manage.*, n° 51, p. 128-131.

RYDER, J.P. 1970. « A possible factor in the evolution of clutch size in Ross' Goose », *Wilson Bull.*, n° 82, p. 5-13.

SAMELIUS, G., et R.T. ALISAUSKAS. 1999. « Diet and growth of Glaucous Gulls at a large Arctic goose colony », *Can. J. Zool.*, n° 77, p. 1327-1331.

SAMELIUS, G., et R.T. ALISAUSKAS. 2000. « Foraging patterns of arctic foxes at a large Arctic goose colony », *Arctic*, n° 53, p. 279-288.

SAMELIUS, G., et R.T. ALISAUSKAS. 2001. « Deterring arctic fox predation: the role of parental nest attendance by Lesser Snow Geese », *Can. J. Zool.*, n° 79, p. 861-866.

SAMUEL, M.D., J.Y. TAKEKAWA, G. SAMELIUS et D.R. GOLDBERG. 1999. « Avian cholera mortality in Lesser Snow Geese nesting on Banks Island, Northwest Territories », *Wildl. Soc. Bull.*, n° 27, p. 780-787.

SAS INSTITUTE INC. 1990. *SAS user's guide*, Version 6, SAS Institute Inc., Cary (Caroline du Nord).

SJÖBERG, G. 1994. « Factors affecting nest defence in female Canada Geese Branta canadensis », *Ibis*, n° 136, p. 129-135.

SLATTERY, S.M. 1994. *Neonate reserves, growth rate and survival of Ross' and Lesser Snow Geese goslings*. Thèse de maîtrise ès sciences, Université de la Saskatchewan, Saskatoon.

STEMPNIEWICS, L. 1995. « Predator-prey interactions between Glaucous Gull Larus hyperboreus and Little Auk Alle alle in Spitsbergen », *Acta Ornithol.*, n° 29, p. 155-170.

SYROECHKOVSKIY, YE.V. et A.B. KRECHMAR. 1981. « Les facteurs-clés pour établir le nombre d'oies des neiges » (en russe), p. 3-37, dans *Ekologija mlekopitajushchih i ptic ostrova Vrangelya*, Vladivostok.

SYROECHKOVSKIY, YE.V., et K. LITVIN. 1986. « Investigation sur la migration des oies des neiges de l'île Wrangel grâce à la méthode du marquage individuel » (en russe), p. 5-20, dans V. Ye. Sokolov et I. N. Dobrinina (dir.), *Le baguage et le marquage des oiseaux en U. R. S. S.* (en russe), Nauka, Moscou.

SYROECHKOVSKIY, YE.V., K.YE. LITVIN et B.S. EBBINGE. 1991. « Breeding success of geese and swans on Vaygach Island (USSR) during 1986-1988; interplay of weather and arctic fox predation », *Ardea*, n° 79, p. 373-382.

SYROECHKOVSKY, E.V., F. COOKE et W.J.L. SLADEN. 1994. « Population structure of the Lesser Snow Geese of Wrangel Island, Russia », *Ecoscience*, n° 1, p. 311-316.

THOMAS, L., J.L. LAAKE, S. STRINDBERG, F.F.C. MARQUES, S.T. BUCKLAND, D.L. BORCHERS, D.R. ANDERSON, K.P. BURNHAM, S.L. HEDLEY et J.H. POLLARD. 2002. Distance 4.0 Release 4, Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, St. Andrews, Royaume-Uni (http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance).

THOMPSON, S.C., et D.G. RAVELING. 1987. « Incubation behavior of Emperor Geese compared with other geese: interactions of predation, body size, and energetics », *The Auk*, n° 104, p. 707-716.

THOMPSON, S.K. 1992. *Sampling*, John Wiley and Sons, New York.

WILLIAMS, T.D., E.G. COOCH, R.L. JEFFERIES et F. COOKE. 1993. « Environmental degradation, food limitation and reproductive output: juvenile survival in Lesser Snow Geese », *J. Anim. Ecol.*, n° 62, p. 766-777.

WITTENBERGER, J.F., et G.L. HUNT. 1985. « The adaptive significance of coloniality in birds », *Avian Biol.*, n° 8, p. 1-78.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs (New Jersey).

Annexes

Annexe 1
Superficie des strates de relevés aériens dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks, 1995-1998[a]

Emplacement	Superficie (en km²)
Rivière Kellet	89
Rivière Lennie	58
Rivières Big et Sea Otter	926
Rivière Storkerson	547
Rivière Satchik	84
Delta de la rivière Bernard	283
Reste de la rivière Bernard	1 633
Hautes terres	14 435

[a] Les hautes terres n'ont pas été échantillonnées en 1995.

Annexe 2
Couvert végétal à la colonie de la rivière Egg, du 29 juin au 1er juillet 1998[a]

Plantes ou autres matières	Couvert (en %) ± Intervalle de confiance de 95 %
Dryades à feuilles entières (*Dryas* spp.)	21,5 ± 1,8
Mousses (Bryophytes)	21,2 ± 1,8
Saules (*Salix* spp.)	15,2 ± 1,6
Plantes graminoïdes (familles des Graminées et des Cypéracées)	3,8 ± 0,8
Lichens[b]	2,1 ± 0,6
Séneçon des marais (*Senecio congestus*)	0,9 ± 0,4
Cassiope tétragone (*Cassiope tetragona*)	0,3 ± 0,2
Plantes non identifiées	1,8 ± 0,5
Sable et argile	26,9 ± 1,9
Gravier	4,3 ± 0,8
Tourbe	1,6 ± 0,5
Roche	0,2 ± 0,2
Eau (étangs de <10 m de largeur)	0,2 ± 0,2

[a] Le couvert végétal a été échantillonné de 7 à 9 jours après le pic d'éclosion des oies et de 30 à 32 jours après la première floraison de la saxifrage à feuilles opposées, qui a été utilisée à titre d'indicateur de la phénologie du printemps. Le couvert végétal occupait 66,8 % (±2,0 %), alors que les autres matières couvraient 33,2 % (±2,0 %) de la colonie.
[b] Les lichens signalés ici étaient frutescents et feuillus (c.-à-d. des lichens dressés), poussant sur le sable et l'argile; les lichens croûteux et squamuleux (c.-à-d. les lichens ayant l'apparence d'une croûte), qui étaient communs sur le gravier, ne sont pas signalés ici.

Annexe 3
Mesures des différentes parties du corps des Petites Oies des neiges récoltées lors de la chasse du printemps à Sachs Harbour, 1997 et 1998[a]

	Plumage adulte						Plumage juvénile					
	Femelles			Mâles			Femelles			Mâles		
Mesures	Moy.	IC de 95 %	*n*	Moy.	IC de 95 %	*n*	Moy.	IC de 95 %	*n*	Moy.	IC de 95 %	*n*
Masse (en kg)	2,58	± 0,09	18	2,52	± 0,10	23	1,88	± 0,60	3	2,23	± 0,19	4
Gras abdominal (en g)	106	± 8,5	18	80,4	± 13,7	23	48	± 41	3	84	± 98	3
Indice de protéines (en g)[b]	699	± 37	18	716	± 28	23	543	± 171	3	651	± 85	4
Poids de la poitrine (en g)[b]	210	± 12	18	209	± 12	23	158	± 42	3	193	± 23	4
Poids des pattes (en g)[b]	74,3	± 5,3	18	90,1	± 5,3	23	60,7	± 275	3	77,0	± 17,5	4
Poids du foie (en g)	41,1	± 3,3	18	29,3	± 2,9	23	21,7	± 13,7	3	26,2	± 9,8	4
Poids du cœur (en g)	25,4	± 2,2	17	26,1	± 1,9	22	18,3	± 1,4	3	22,0	± 3,2	4
Poids du gésier (en g)[b]	130	± 8	18	117	± 7	23	106,3	± 37,3	3	112	± 28	4
Poids des ovaires (en g)	31	± 11	18	s/o	s/o	s/o	[c]	[c]	[c]	s/o	s/o	s/o
Longueur du tarse (en mm)	78,2	± 1,4	18	81,6	± 1,2	21	79,6	± 9,0	3	83,6	± 7,2	4
Longueur du crâne (en mm)	112	± 2	18	116	± 1	22	108	± 6	3	115	± 4	4
Largeur du crâne (en mm)	37,3	± 0,8	18	38,4	± 0,8	21	34,1	± 2,7	3	37,1	± 1,8	4
Hauteur du crâne (en mm)	47,3	± 1,0	18	49,5	± 0,8	22	44,9	± 8,0	3	48,8	± 3,2	4
Culmen (en mm)	50,8	± 1,2	18	52,2	± 1,2	22	48,0	± 2,8	3	53,3	± 2,2	4
Culmen 2 (en mm)	63,3	± 1,5	18	66,0	± 1,1	22	60,2	± 5,6	3	66,2	± 4,0	4
Envergure des ailes (en m)	1,36	± 0,04	6	1,40	± 0,04	12	1,30	± 0,18	3	1,40	± 0,05	4
Corde des ailes (en mm)	415	± 5	18	427	± 5	21	384	± 203	2	410	Aucune donnée	1

[a] Les oies ont été récoltées entre le 20 et le 22 mai en 1997 et entre le 17 et le 21 mai en 1998. Les mesures des parties du corps ont été effectuées selon la méthode de Dzubin et Cooch (1992).
[b] L'indice de protéines est la somme de la masse du gésier et des muscles de la poitrine et des pattes. Les écarts entre l'indice de protéines et la somme du [(poids des muscles de la poitrine et des pattes × 2) + poids du gésier] sont dus à l'arrondissement des chiffres.
[c] Le poids des ovaires des femelles juvéniles n'a pas été mesuré.

Autres publications hors série

N° 54
Études sur les oiseaux aquatiques en Ontario, de 1973 à 1981, préparé par S.G. Curtis, D.G. Dennis et H. Boyd. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/54F. Publ. en 1985.

N° 55
Prises déclarées de canards, d'oies et de bernaches au Canada et aux États-Unis de 1974 à 1982, par Hugh Boyd. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/55F. Publ. en 1985.

N° 56
La dynamique des populations de Huards à colliers (*Gavia immer*) et les eaux contaminées au mercure dans le nord-ouest de l'Ontario, par J.F. Barr. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/56F. Publ. en 1986.

N° 57
Le Goéland à bec cerclé en Ontario : une nouvelle espèce problème, par H. Blokpoel et G.D. Tessier. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/57F. Publ. en 1986.

N° 58
Les oiseaux de la vallée de Creston et du sud-est de la Colombie-Britannique, par R.W. Butler, B.G. Stushnoff et E. McMackin. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/58F. Publ. en 1986.

N° 59
Estimation de la densité des oiseaux en mer et de la proportion des oiseaux en vol à partir des dénombrements effectués sur des transects de largeur indéterminée, par A.J. Gaston, B.T. Collins et A.W. Diamond. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/59F. Publ. en 1987.

N° 60
Les dénombrements de populations reproductrices d'oiseaux aquatiques dans les provinces de l'Atlantique, colligé par Anthony J. Erskine. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/60F. Publ. en 1987.

N° 61
Dénombrement de Petites Oies blanches dans les îles Southampton et de Baffin, T.N.-O., en 1979, par A. Reed, P. Dupuis et G.E.J. Smith. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/61F. Publ. en 1987.

N° 62
Étude des effets de l'acidification sur la faune aquatique au Canada : rapports entre la sauvagine et les niveaux trophiques de petits lacs du nord de l'Ontario, par D.K. McNicol, B.E. Bendell et R.K. Ross. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/62F. Publ. en 1987.

N° 63
Bison ecology in relation to agricultural development in the Slave River lowlands, NWT, par H.W. Reynolds et A.W.L. Hawley (réd.)
N° de catalogue CW69-1/63E. Publ. en 1987.

N° 64
Un modèle pour la simulation de la population de Grandes Oies blanches, par J. Gauvin et A. Reed. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/64F. Publ. en 1987.

N° 65
The birds of the Fraser River delta: populations, ecology and international significance, par Robert W. Butler et R. Wayne Campbell.
N° de catalogue CW69-1/65E. Publ. en 1987.

N° 66
Mortality of migratory barren-ground caribou on the calving grounds of the Beverly herd, Northwest Territories, 1981–83, par Frank L. Miller, Eric Broughton et Anne Gunn.
N° de catalogue CW69-1/66E. Publ. en 1988.

N° 67
Étude des effets de l'acidification sur la faune aquatique au Canada : les oiseaux lacustres et leurs habitats au Québec, dirigé par Jean-Luc DesGranges (réd.). Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/67F. Publ. en 1989.

N° 68
Studies of high-latitude seabirds. 1. Behavioural, energetic, and oceanographic aspects of seabird feeding ecology, par W.A. Montevecchi et A.J. Gaston (réd.).
N° de catalogue CW69-1/68E. Publ. en 1991.

N° 69
Studies of high-latitude seabirds. 2. Conservation biology of Thick-billed Murres in the Northwest Atlantic, par A.J. Gaston et R.D. Elliot (réd.).
N° de catalogue CW69-1/69E. Publ. en 1991.

N° 70
Les habitats côtiers du nord-est de la baie James, par N. Dignard, R. Lalumière, A. Reed et M. Julien. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/70F. Publ. en 1991.

N° 71
Key migratory bird terrestrial habitat sites in the Northwest Territories (2e éd.), par Stuart A. Alexander, Robert S. Ferguson et Kevin J. McCormick.
N° de catalogue CW69-1/71E. Publ. en 1991.

N° 72
Atlas of pelagic birds of western Canada, par K.H. Morgan, K. Vermeer et R.W. McKelvey.
N° de catalogue CW69-1/72E. Publ. en 1991.

N° 73
Le Huart à gorge rousse comme indicateur de la qualité de l'environnement, par D. Lynne Dickson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/73F. Publ. en 1992.

N° 74
Aerial radio-tracking of Whooping Cranes migrating between Wood Buffalo National Park and Aransas National Wildlife Refuge, 1981–84, par E. Kuyt.
N° de catalogue CW69-1/74E. Publ. en 1992.

N° 75
The ecology, status, and conservation of marine and shoreline birds on the west coast of Vancouver Island, par K. Vermeer, R.W. Butler et K.H. Morgan (réd.).
N° de catalogue CW69-1/75E. Publ. en 1992.

N° 76
Declines in Canadian amphibian populations: designing a national monitoring strategy, par C.A. Bishop et K.E. Pettit (réd.).
N° de catalogue CW69-1/76E. Publ. en 1992.

N° 77
Studies of high-latitude seabirds. 3. A model of the energy demands of the seabirds of eastern and Arctic Canada, par A.W. Diamond, A.J. Gaston et R.G.B. Brown (révisé par W.A. Montevecchi).
N° de catalogue CW69-1/77E. Publ. en 1993.

N° 78
Historical review of water bird populations and annotated list of water birds associated with Burlington Bay, Lake Ontario, 1857–1990, par M.B. Gebauer, R.Z. Dobos et D. Vaughn Weseloh.
N° de catalogue CW69-1/78E. Publ. en 1993.
N° 79
Hydrological classification of Canadian prairie wetlands and prediction of wetland inundation in response to climatic variability, par Ming-ko Woo, Robert D. Rowsell et Robert G. Clark.
N° de catalogue CW69-1/79E. Publ. en 1993.
N° 80
Monitoring Thick-billed Murre populations at colonies in northern Hudson Bay, 1972–92, par A.J. Gaston, L.N. de Forest, G. Gilchrist et D.N. Nettleship.
N° de catalogue CW69-1/80E. Publ. en 1994.
N° 81
Colonies and numbers of Ross' Geese and Lesser Snow Geese in the Queen Maud Gulf Migratory Bird Sanctuary, par R.H. Kerbes.
N° de catalogue CW69-1/81E. Publ. en 1994.
N° 82
The 1991 International Piping Plover Census in Canada, par S.P. Flemming (réd.).
N° de catalogue CW69-1/82E. Publ. en 1994.
N° 83
The abundance and distribution of estuarine birds in the Strait of Georgia, British Columbia, par R.W. Butler et K. Vermeer (éd.).
N° de catalogue CW69-1/83E. Publ. en 1994.
No 84
Wintering populations of Lesser Snow Geese and Ross' Geese in the Northern Highlands of México, 1988–1990, par Bruce Turner, Roy Tomlinson, Raquel Leyva et Pablo Dominguez.
N° de catalogue CW69-1/84E. Publ. en 1994.
No 85
Caspian Terns on the Great Lakes: organochlorine contamination, reproduction, diet, and population changes, 1972–91, par Peter J. Ewins, D.V. (Chip) Weseloh, Ross J. Norstrom, Karin Legierse, Heidi J. Auman et James P. Ludwig.
N° de catalogue CW69-1/85E. Publ. en 1994.
No 86
The patient predator: foraging and population ecology of the Great Blue Heron *Ardea herodias* in British Columbia, par Robert W. Butler.
N° de catalogue CW69-1/86E. Publ. en 1995.
N° 87
L'utilisation de divers habitats par les anatinés en période de nidification : les îles du fleuve Saint-Laurent situées entre Montréal et Trois-Rivières, par Luc Bélanger et Denis Lehoux. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/87F. Publ. en 1995.
N° 88
Examen des impacts environnementaux de la grenaille et des plombs de pêche en plomb au Canada, par A.M. Scheuhammer et S.L. Norris. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/88F. Publ. en 1995.
N° 89
The colonial waterbirds of Great Slave Lake, Northwest Territories: an annotated atlas, par J. Sirois, M.A. Fournier et M.F. Kay.
N° de catalogue CW69-1/89E. Publ. en 1995.
N° 90
Utilisation des habitats côtiers du nord-est de la baie James par les canards, par Austin Reed, Réjean Benoit, Richard Lalumière et Michel Julien. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/90F. Publ. en 1996.
N° 91
Studies of high-latitude seabirds. 4. Trophic relationships and energetics of endotherms in cold ocean systems, par W.A. Montevecchi (réd.).
N° de catalogue CW69-1/91E. Publ. en 1996.
N° 92
Utilisation des habitats côtiers du nord-est de la baie James par les bernaches, par Austin Reed, Réjean Benoit, Michel Julien et Richard Lalumière. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/92F. Publ. en 1996.
N° 93
The ecology, status, and conservation of marine and shoreline birds of the Queen Charlotte Islands, par K. Vermeer et K.H. Morgan (réd.).
N° de catalogue CW69-1/93E. Publ. en 1997.
N° 94
King and Common eiders of the western Canadian Arctic, par D. Lynne Dickson (réd.).
N° de catalogue CW69-1/94E. Publ. en 1997.
N° 95
Monitoring bird populations: the Canadian experience, par Erica H. Dunn, Michael D. Cadman et J. Bruce Falls (réd.).
N° de catalogue CW69-1/95E. Publ. en 1997.
N° 96
Winter distributions of Thick-billed Murres from the eastern Canadian Arctic and western Greenland in relation to age and time of year, par G.M. Donaldson, A.J. Gaston, J.W. Chardine, K. Kampp, D.N. Nettleship et R.D. Elliot.
N° de catalogue CW69-1/96E. Publ. en 1997.
N° 97
Shorebird migration and staging at a large prairie lake and wetland complex: the Quill Lakes, Saskatchewan, par Stuart A. Alexander et Cheri L. Gratto-Trevor.
N° de catalogue CW69-1/97E. Publ. en 1997.
N° 98
Distribution, survival, and numbers of Lesser Snow Geese of the Western Canadian Arctic and Wrangel Island, Russia, par Richard H. Kerbes, Katherine M. Meeres et James E. Hines (réd.).
N° de catalogue CW69-1/98E. Publ. en 1999.
N° 99
Breeding ecology of the Horned Grebe *Podiceps auritus* in subarctic wetlands, par Michael A. Fournier et James E. Hines.
N° de catalogue CW69-1/99E. Publ. en 1999.
N° 100
Behaviour and ecology of sea ducks, par R. Ian Goudie, Margaret R. Petersen et Gregory J. Robertson (réd.).
N° de catalogue CW69-1/100E. Publ. en 1999.
N° 101
Assessment of bird populations in the Rasmussen Lowlands, Nunavut, par Victoria H. Johnston, Cheri L. Gratto-Trevor et Stephen T. Pepper.
N° de catalogue CW69-1/101E. Publ. en 2000.
N° 102
Modélisation et gestion de la population d'Oies des neiges, par Hugh Boyd (éd.) Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/102F. Publ. en 2000.
N° 103
Towards conservation of the diversity of Canada Geese (*Branta canadensis*), par Kathryn M. Dickson (réd.)
N° de catalogue CW69-1/103E. Publ. en 2000.
N° 104
Estimates of shorebird populations in North America, par R.I.G. Morrison, R.E. Gill, Jr., B.A. Harrington, S. Skagen, G.W. Page, C.L. Gratto-Trevor et S.M. Haig.
N° de catalogue CW69-1/104E. Publ. en 2001.
N° 105
Status and population trends of the Razorbill in eastern North America, par G. Chapdelaine, A.W. Diamond, R.D. Elliot et G.J. Robertson.
N° de catalogue CW69-1/105E. Publ. en 2001.
N° 106
Studies of high-latitude seabirds. 5. Monitoring Thick-billed Murres in the eastern Canadian Arctic, 1976–2000, par A.J. Gaston.
N° de catalogue CW69-1/106E. Publ. en 2002.
N° 107
Changements dans les activités de chasse et d'abattage de la sauvagine déclarées au Canada et aux États-Unis, de 1985 à 1998, par H. Boyd, H. Lévesque et K.M. Dickson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/107F. Publ. en 2002.
N° 108
Les pesées et les turluttes de plomb au Canada : Examen de leur utilisation et de leurs effets toxiques sur les espèces sauvages, par A.M. Scheuhammer, S.L. Money, D.A. Kirk et G. Donaldson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/108F. Publ. en 2003.

N° 109
Habitats marins clés pour les oiseaux migrateurs au Nunavut et dans les Territoires du Nord-Ouest, par Mark L. Mallory et Alain J. Fontaine. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/109F. Publ. en 2004.
N° 110
Relevé de 1995 du Faucon pèlerin au Canada, sous la direction d'Ursula Banasch et de Geoff Holroyd. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/110F. Publ. en 2004.
N° 111
Carte de la couverture terrestre du Refuge d'oiseaux migrateurs du golfe Reine-Maud, Nunavut, par Andrew B. Didiuk et Robert S. Ferguson. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/111F. Publ. en 2005.
N° 112
Relevés d'oies, de bernaches et de cygnes dans la région désignée des Inuvialuits, ouest de l'Arctique canadien, 1989-2001, sous la direction de James E. Hines et de Myra O. Wiebe Robertson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/112F. Publ. en 2006.
N° 113
Répartition des Grands Hérons nicheurs et tendances démographiques au Québec, 1977-2001, par Jean-Luc DesGranges et Alain Desrosiers. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/113F. Publ. en 2006.
N° 114
Habitats terrestres clés pour les oiseaux migrateurs dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut, par J. Leger, J.E. Hines, M.L. Mallory, D.L. Mulders, H.G. Gilchrist, P.A. Smith, et D.L. Dickson. Première édition française. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/114F. Publ. en 2008.